

Evaluación del Programa de Cadenas de Suministro Verdes en México[†]

*Thomas P. Lyon, Bart van Hoof**

Sumario

Evaluamos el desempeño económico y ambiental de un programa innovador para "enverdecer" las cadenas de suministro de las mayores empresas manufactureras en México. El programa fue diseñado para llegar a pequeñas y medianas empresas (PyMEs) que, por lo general, están poco informadas acerca de las oportunidades para mejorar su eco-eficiencia y que son demasiado pequeñas para ser el blanco de políticas oficiales. Este programa hizo uso de grandes compañías "ancla" para lograr la participación de las PyMEs, y capacitó a empleados de estas PyMEs en temas de eco-eficiencia, para después solicitarles que generaran sus propios proyectos para implementar las ideas que habían aprendido. La PyME promedio participante en el programa generó un proyecto que tuvo un periodo de repago de aproximadamente ocho meses, con un valor presente neto de alrededor de \$150,000, un ahorro de 1,900 metros cúbicos de agua cada año, un ahorro de 42,000 kwh al año de electricidad, redujo las emisiones de dióxido de carbono en 61 toneladas al año y una reducción de sus desperdicios en 1,455 toneladas. Las compañías más grandes realizaron proyectos con un Valor Presente Neto más alto, con mayores reducciones de dióxido de carbono y ahorro de agua, pero no con un mayor ahorro en electricidad. Las compañías tuvieron una mayor probabilidad de implementar exitosamente sus proyectos si tenían menos empleados inscritos en el programa, si estos empleados tenían capacitación técnica o administrativa, y si ocupaban puestos técnicos en la compañía. Concluimos que el Programa Mexicano de Suministros Verdes ofrece un valioso modelo para difundir técnicas eco-eficientes a las PyMEs.

Clasificación JEL: Q53, Q57.

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) desempeñan un papel importante en la sustentabilidad de las empresas internacionales. Las PyMEs representan una

* Thomas P. Lyon, Universidad de Michigan, tplyon@bus.umich.edu. Bart van Hoof, Universidad de los Andes, bvan@uniandes.edu.co

etapa clave en la cadena de suministros de varias compañías internacionales, en las cuales la relación costo-efectividad y la flexibilidad en la especialización son elementos importantes para su competitividad (Grotz y Brown [1993]; Hausman [2005]; Vachon y Klassen [2005]; Zhu *et ál.* [2007]). Al mismo tiempo, desempeñan funciones vitales para la economía y el desarrollo social. Especialmente en los países en desarrollo, las PyMEs emplean cerca del 50 por ciento de la mano de obra y típicamente son más emprendedoras y sensibles a los cambios del mercado que las organizaciones más grandes, lo que las hace actores importantes para combatir la pobreza (Fundes [2003]; ECLAC [2006]; Blackman *et ál.* [2005]). Aunque las PyMEs generan muchos beneficios económicos, también son responsables de varios problemas ambientales. Aun cuando a las PyMEs sólo se les puede responsabilizar por una pequeña fracción de los problemas ambientales a nivel nacional, su impacto puede ser altamente visible en una escala local (ECLAC [2006]). Las causas de estos impactos ambientales están estrechamente relacionadas con la eficiencia del proceso de producción de las PyMEs: aunque sus costos sean bajos, las PyMEs por lo general son más intensivas en el uso de recursos que las industrias grandes (Fundes [2003]).

Desafortunadamente, la implementación de prácticas benéficas para el ambiente en las PyMEs es limitada, especialmente en países en desarrollo (Wells [1999]). Generalmente, los mayores impulsores de mejoras ambientales en la industria son la presión por parte de autoridades ambientales y la exigencia de los clientes (Boons *et ál.* [2000]; Baas [2005]). Estos impulsores están virtualmente ausentes en los países en desarrollo debido a la debilidad de las instituciones reguladoras y a la falta de consciencia ambiental de los clientes locales (van Hoof [2003]). La carencia de motivación hace que el impulso de mejoras ambientales sea un gran desafío.

Para atender este problema, en el 2005 la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA por sus siglas en inglés) desarrolló un Programa de Cadenas de Suministro Verdes, cuyo objetivo fue crear un mecanismo efectivo, replicable y basado en la cooperación para promover la competitividad mediante la prevención de la contaminación en PyMEs que sean proveedores de grandes compañías. La CCA es una organización internacional creada por Canadá, México y Estados Unidos bajo el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN). La CCA se estableció con el propósito de atender los asuntos ambientales de preocupación común, contribuir a prevenir posibles conflictos ambientales derivados de las relaciones comerciales y promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental. Este acuerdo complementa las

provisiones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

El Programa de Cadenas de Suministro Verdes (PCSV) ha operado ya por tres años y ha generado suficiente información para evaluar su desempeño empíricamente. En este artículo evaluamos tanto su desempeño económico como su desempeño ambiental. En conjunto, el programa parece ser notoriamente exitoso. La PyME participante promedio generó un proyecto que tuvo un periodo de repago de aproximadamente ocho meses, con un valor presente neto de \$150,000; ahorró 1,900 metros cúbicos de agua cada año, ahorró 42,000 kwh al año en electricidad, redujo sus emisiones de dióxido de carbono en 61 toneladas por año y redujo el desecho de basura en 1455 toneladas. Las compañías más grandes realizaron proyectos con valores presentes netos más altos, tuvieron mayores reducciones de emisiones de carbono y ahorro de agua, pero no mayores ahorros en electricidad. Las compañías tuvieron una mayor probabilidad de implementar exitosamente sus proyectos si tenían menos empleados inscritos en el programa, si estos empleados tenían capacitación técnica o administrativa, y si ocupaban puestos técnicos en la compañía. Concluimos que el Programa Mexicano de Suministros Verdes ofrece un valioso modelo para difundir técnicas eco-eficientes a las PyMEs.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma. La Sección 2 presenta una descripción del programa y de sus participantes. La Sección 3 presenta un análisis preliminar de los beneficios financieros del programa, mientras que la Sección 4 presenta los beneficios ambientales. La Sección 5 examina los factores que explican la variación en el desempeño. La Sección 6 revisa los resultados de entrevistas con representantes de las compañías anclas en el programa, con el propósito de entender sus motivaciones y beneficios percibidos de entrar al programa. La Sección 7 repasa los pasos faltantes en la evaluación, incluyendo los esfuerzos encaminados a reunir más información.

2. Descripción del Programa

En Junio del 2004, el Consejo de Ministros de la CCA, después de su onceava sesión regular, publicó un comunicado conocido como la Declaración de Puebla, dándole instrucciones al secretariado del CCA para fortalecer su programa con planes estratégicos. Iniciando en 2005, el comunicado buscaba obtener resultados en tres áreas prioritarias: en la información para la toma de decisiones, en el

comercio y medio ambiente y en la capacidad de construcción, con un énfasis especial en México. El Programa de Cadenas de Suministro Verdes fue diseñado para implementar este mandato.

La eco-eficiencia y una producción más limpia han sido identificadas como estrategias que pueden romper el círculo vicioso del pobre desempeño ambiental de las PyMEs (UNEP [2007]; Ehrnfeld *et ál.* [2002]; Ashford [1993]). Ambos conceptos ligan el mejoramiento ambiental a la reducción de costos y a la innovación mediante alternativas para la prevención de la contaminación como la optimización de procesos, la innovación de productos, la reducción del uso de materias primas o la reutilización y el reciclaje (Van Berkel [2006]; Schmidheiny [1992]).

En la última década, se han desarrollado una amplia gama de iniciativas para promover la adopción de estrategias para la producción eco-eficiente o limpia en las PyMEs (UNEP [2007]; Pratt *et ál.* [2003]). Estas iniciativas, en su mayoría financiadas por cooperación internacional y por los gobiernos nacionales y regionales, van desde la creación de redes nacionales y regionales de centros limpios de producción (UNEP [2007]), la implementación de mecanismos de coordinación como acuerdos voluntarios (Jiménez [2005]), la demostración de proyectos (IDEAM-MINAMBIENTE [2003]; Van Berkel [2006]; Stone [2006]), clubes ambientales para el desarrollo de capacidades (Sage [2003]), mecanismos de financiamiento (FIPREV [2001]; CNPM&TA [2007]) y programas públicos de reconocimiento (DAMA [2005]), hasta el desarrollo de políticas (GTZ [2006]). El resultado de estas iniciativas, así como la demostración de numerosos proyectos desarrollados en todo el mundo, muestra la amplia gama de aplicaciones que tiene la producción limpia y eco-eficiente en el mejoramiento simultáneo del desempeño ambiental y la competitividad en las PyMEs (Leal [2004]; van Hoof *et ál.* [2007]).

A pesar de todas estas iniciativas y de las inversiones realizadas como resultado, la tasa de implementación de prevención de la contaminación en las PyMEs es aún baja y la difusión de prácticas de mejoramiento ambiental en países en desarrollo es insignificante. Estudios de casos realizados en México, Colombia, Chile y Argentina (ECLAC [2006]) estiman que menos del 5 por ciento de las PyMEs ha implementado prácticas de mejora ambiental y que el promedio de la tasa de implementación de programas de asistencia técnica es sólo de alrededor del 25-30 por ciento (ACERCAR [2006]; Van Berkel [2006]; Granek [2006]; Stone [2004]). La difusión de alternativas para una producción

limpia y eco-eficiente en las PyMEs es básicamente resultado de programas subsidiados y no de mecanismos de mercado.

Tradicionalmente estos programas de difusión se han enfocado principalmente en consultorías externas que proveen conocimiento y experiencia en cuestiones tecnológicas (OECD [1997]; Banco Mundial [1998]). Sin embargo, una investigación reciente (Dieleman [2007]; Montalvo [2002]; Kemp [2000]) ha cuestionado la efectividad de estas consultorías y ha propuesto como complemento el tener un enfoque basado en el aprendizaje organizacional como un mecanismo de difusión de prácticas ambientales en la industria. Otros autores (Vachon y Klassen [2006]; Hult *et ál.* [2003]; Maranto-Vargas [2005]; Linton *et ál.* [2007]) discuten acerca de los beneficios de la colaboración ambiental¹ en la cadena de suministros. Ellos establecen que esta colaboración ambiental es un mecanismo efectivo para la prevención de la contaminación y la difusión de la innovación. El Programa de Cadena de Suministros Verdes² (PCSV) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) está basado en esta idea.

Estos nuevos enfoques prometen mejorar la difusión de prácticas amigables con el medio ambiente en las PyMEs, especialmente cuando estos pueden ser integrados a las prácticas de Empresas Socialmente Responsables multinacionales que operan en países en desarrollo. De esta forma, los negocios internacionales contribuyen directamente a la sustentabilidad ecológica por medio de la promoción tanto de la protección ambiental como de la competitividad en economías emergentes (Yoon-Gih [2007]). Al mismo tiempo, se genera valor estratégico adicional para los negocios internacionales mediante la integración de capacidades y competencias de socios locales en su propia cadena de suministros.

2.1. Características principales del programa

Al reconocer estas áreas de oportunidad, la CCA empezó un proyecto piloto en el 2005 con el objetivo de mejorar el desempeño económico y ambiental de las

¹ La colaboración ambiental se puede definir como la coordinación de una organización con sus proveedores y clientes para planear conjuntamente el manejo ambiental y la solución a problemas ambientales mediante la creación de redes de información y de intercambio de conocimientos (Vachon y Klassen [2006]).

² www.greensuppliers.gov

PyMEs que son parte de las cadenas de suministro de las principales compañías que operan en México (CCA [2006]).

El diseño del programa integra conceptos para fortalecer la relación cliente-proveedor, optimizar procesos operativos mediante la prevención de la contaminación y construir capacidades mediante el aprendizaje experimental, de tal forma que las PyMEs participantes en el programa generen proyectos que contribuyan a aumentar su productividad, competitividad y desempeño. Además, este esquema promueve la creación de proyectos grupales para mejorar las interacciones dentro de la cadena de suministros y ofrecer nuevas oportunidades de negocios.

Dentro de este nuevo diseño de programas de cadenas de suministro verdes la CCA busca crear un mecanismo efectivo replicable y basado en la cooperación para promover la competitividad mediante la prevención de la contaminación de las PyMEs que son proveedoras de grandes compañías. El programa intenta cumplir el mandato de la CCA al promover la cooperación para proteger y mejorar el ambiente al mismo tiempo que impulsa la creación de vínculos económicos y de comercio en la región de América del Norte.

Las primeras dos fases del programa que se llevaron a cabo en el 2005 y 2006, contaron con la participación de seis compañías multinacionales líderes (Bristol Myers Squibb, Colgate-Palmolive, Industrias Clarion, SIKA, Janssen-Cilag y Jumex) y 65 PyMEs de sus cadenas de suministro en México. En septiembre del 2007 un tercer grupo de multinacionales y cadenas de suministro locales entraron al programa, entre ellas, Nestlé, Grupo Modelo, Henkel, La Corona, Industrias Guardián, Bombardier, Collins & Aikman, y Donnelly, con un total de 79 proveedores (CCA [2008]).

2.2. Estadísticas del programa

Durante la fase piloto del PCSV, 14 corporaciones multinacionales con operaciones en México participaron en el programa. La participación de 8 de ellas fue coordinada por la Iniciativa GEMI³ (Global Environmental Management Initiative) de México, mientras que las multinacionales que operaban en Querétaro fueron seleccionadas y coordinadas por SEDESU, la autoridad ambiental regional (CCA [2008]). El Cuadro 1 muestra las características principales de las empresas multinacionales y sus periodos de participación.

Cuadro 1
Multinacionales que participaron en el PCSV

Sector	Multinacional	Localización	Invitación	Periodo de Participación
Farmacéutico	Bristol Myers Squibb (BM)	México D.F.	GEMI	05/06 + 06/07
	Janssen Cilag (JC)	México D.F.	GEMI	05/06
	Colgate–Palmolive (CP)	México D.F.	GEMI	05/06 + 06/07
Químico	SIKA (SK)	Querétaro	SEDESU	06/07
	HENKEL (HK)	México D.F.	GEMI	07/08
	Fabrica de Jabones la Corona (CR)	México D.F.	GEMI	07/08
Alimentos	JUMEX (JM)	México D.F.	GEMI	06/07 + 07/08
	Grupo Modelo (GM)	México D.F.	GEMI	07/08
	Nestlé (NE)	México D.F.	GEMI	07/08
Manufactura de Aeronaves	Bombardier (BB)	Querétaro	SEDESU	07/08
Manufactura de Auto partes	Industrias Guardián (IG)	Querétaro	SEDESU	07/08
	IACNA (IA)	Querétaro	SEDESU	07/08
Electrónica	Clarion (CL)	Querétaro	SEDESU	05/06
Publicidad y Comunicaciones	RR Donnelley (RD)	Querétaro	SEDESU	07/08

Se les pidió a las compañías “ancla” participantes comprometerse a: (i) seleccionar e invitar al menos a 10 proveedores de su cadena de suministros, (ii) planear la logística (sala de reuniones y bebidas) durante el desarrollo del programa (10 reuniones), (iii) asignar a un representante que revisara las actividades del programa (reuniones de trabajo, comunicados) y (iv) dar seguimiento a las evaluaciones de los resultados y a la implementación de los proyectos eco-eficientes (CCA [2008]). No se requirieron gastos adicionales por parte de las

³ La parte mexicana del Global Environmental Management Initiative (GEMI) está formada un grupo de multinacionales líderes que operan en México y que promueven y comparten sus prácticas de sustentabilidad y liderazgo (www.gemi.org.mx).

compañías “ancla” debido al ofrecimiento de la CCA y de SEDESU de asumir los costos operativos del diseño y desarrollo del programa piloto PCSV (CCA. [2005]).

2.3. Resumen estadístico de los participantes

Antes de proceder a un análisis más detallado de las participaciones en el programa puede ser útil presentar algunas cuadros para dar una idea de las características de las empresas involucradas. El Cuadro 2 muestra el número de PyMEs participantes en cada cadena de suministro (nótese que algunas cadenas de suministro participaron más de una vez) dependiendo del tipo de producto suministrado. El tipo más común de productos suministrados fueron materias primas, seguida de cerca por empaque y servicios. JUMEX tuvo el mayor número de PyMEs participantes, con 26, mientras que Bombardier tuvo el menor número, con 6.

Cuadro 2

Número de proveedores en la cadena de suministros y tipo de participantes

Cadena de Suministros	Empaque	Impresión y Promoción	Materias Primas	Servicios	Suministros indirectos	Total PyMEs
BB	4		2			6
BM	5	4	5		3	17
CL	3	1	1		2	7
CP	2	7	7	1	2	19
CR	1	2	7	4		14
GI	1		1	9		11
GM	8	1	1	3	4	17
HK	1	2	2	7	2	14
IA	2	1		5		8
JC	2	7				9
JM	11	3	9	2	1	26
NE		1	6	1		8
RD	3		3	4		10
SK			5	5	1	11
TOTAL	43	29	49	41	15	177

El Cuadro 3 muestra el tamaño de las compañías involucradas medido por el número de empleados agrupados por: (i) cadena de suministros y (ii) el tipo de bienes y servicios provistos. El número promedio de empleados en las compañías ancla fue de 1995, el número de empleados promedio en las PyMEs que les proveían fue de 191.

Cuadro 3

Número de empleados por cadena de suministros y tipo de participantes

Cadena de suministros	Compañía ancla	Empaque	Impresión y promoción	Materias primas	Servicios	Suministros indirectos
BB	740	60		48		
BM	1800	190	203	113		31
CL	747	223	10	2		228
CP	1200	383	115	210	57	235
CR	3860	145	118	285	294	
GI	275	250		31	109	
GM	4500	227	150	80	109	131
HK	886	25	90	244	523	335
IA	250	78	20		69	
JC	1000	105	107			
JM	5000	381	146	93	12	110
NE	2500		250	234	135	
RD	650	22		185	143	
SK	N/A			409	313	15

El Cuadro 4 resume el número promedio de participantes por compañía y los agrupa por nivel educativo. Por lo general las compañías enviaron a uno o dos participantes; la mayoría de ellos contaban con educación técnica, y la minoría con educación administrativa.

Cuadro 4

Número promedio de participantes por cadena de suministros y educación de los participantes

Cadena de suministros	Participantes	Educación técnica	Educación administrativa
BB	2	1	1
BM	2	2	0
CL	2	1	0
CP	2	2	1
CR	2	2	0
GI	1	1	1
GM	2	1	0
HK	2	1	1
IA	1	1	0
JC	2	1	1
JM	2	2	1
NE	1	1	0
RD	1	1	0
SK	2	1	1

El Cuadro 5 agrupa a los participantes por cadena de suministros y por su posición dentro de su compañía. La mayoría de los participantes tenía algún puesto operativo. La última columna de el Cuadro muestra el número máximo promedio de años de experiencia de los participantes de cada PYME. Hay una gran variación, en dos cadenas de suministro los participantes tenían como máximo sólo tres años de experiencia, mientras que para otras cadenas los participantes tenían diez o más años de experiencia.

Cuadro 5

Número promedio de participantes por cadena de suministros y posición en la compañía

Cadena de suministros	Supervisor	Operaciones	Administración	Ventas	Años máximos de experiencia
BB	1	1	0	0	11
BM	0	2	0	0	11
CL	0	1	0	0	6
CP	0	2	0	0	11
CR	0	1	0	0	14
GI	0	1	1	3	3
GM	0	1	0	0	13
HK	0	1	0	0	9
IA	0	1	0	1	3
JC	0	1	1	0	5
JM	0	1	0	0	11
NE	0	1	0	0	8
RD	1	0	0	1	9
SK	1	1	0	1	9

3. Análisis costo-beneficio

En esta sección presentamos un análisis del desempeño financiero agregado de los proyectos del programa. Iniciamos presentando los resultados del periodo de repago, medidos de una forma muy simple (considerada simplista por analistas financieros) y, sin embargo, accesible para los diseñadores de política pública y los administradores de las PyMEs. Después calcularemos el beneficio financiero de los programas usando la medida más estándar de valor presente neto.

3.1. Repago

En conjunto, los proyectos generados por el programa parecen ser extremadamente benéficos desde un punto de vista económico. Excluyendo sólo un proyecto considerado como atípico, el periodo de repago promedio fue de 0.68 años, cerca de ocho meses, con una desviación estándar de 1.05 años⁴. Éste es un periodo de repago extremadamente corto e indica que los proyectos fueron altamente rentables para las compañías involucradas. El Cuadro 6 presenta la información de los periodos de repago para cada una de las cadenas de suministro en el programa.

3.2. Valor presente neto

Una forma alternativa y más sofisticada para evaluar los beneficios económicos de los proyectos es calcular su valor presente neto (VPN). Para esto, se requiere hacer supuestos de la duración de los beneficios obtenidos por el proyecto, así como de la tasa de descuento que debe usarse. El Cuadro 6 presenta los VPN haciendo diferentes supuestos. Consideramos dos tasas reales de descuento, 10% y 20%, así como dos diferentes duraciones de los beneficios, perpetuos y a 5 años. Independientemente de cómo se calculen los beneficios económicos del programa, éstos son impresionantes. Aún con una tasa de descuento del 20% y una duración de los beneficios de 5 años, el proyecto promedio tuvo un VPN de \$158,641. Agregando los 146 proyectos, esto resulta en un VPN de \$23,161,586. Si se usa una tasa real de descuento del 10 por ciento, y los beneficios duran a perpetuidad, el proyecto promedio tiene un VPN de

⁴El proyecto atípico se realizó en la cadena de la compañía Bristol Meyers Squibb que hizo una modesta inversión de \$3,450 para obtener un beneficio económico anual de \$15, en un periodo de repago de 226 años. Además, la única ganancia ambiental asociada al proyecto fue una reducción de 5 metros cúbicos de uso de agua al año.

\$746,366 y el programa en el agregado produce \$108,969,436. Los otros valores están entre estos dos extremos. Es importante mantener en mente que estos dos valores se basan en costos y beneficios esperados, no en resultados reales. Puede haber errores de estimación en los costos, en los beneficios, en las tasas de descuento o en la duración de los beneficios; pero, independientemente de lo que uno asuma, el valor creado por el programa es impresionante.

Puede ser útil examinar más detalladamente el desempeño de las principales empresas en el programa. La cadena con el VPN promedio más alto de los proyectos fue la de Industrias Guardián, con un valor promedio por proyecto de \$465,351, evaluado con nuestros supuestos más pesimistas. Ésta es una compañía con mucha experiencia en manufactura esbelta⁵ y en la implementación de programas 6-Sigma, así que no es sorprendente que haya podido desempeñarse tan bien en esta área. Se esperaba que este programa ayudara a inducir a algunos de sus proveedores de transporte a hacer cambios sustantivos en tecnología, lo cual no fue logrado. Sin embargo, los proyectos implementados en las cadenas de suministro de industrias Guardián fueron muy exitosos. Esto fue debido en gran parte a la participación de TDR, un proveedor que invirtió \$ 138,351 en un proyecto que se esperaba que ahorrara \$ 516,784 por año. El segundo promedio más alto fue conseguido por IACNA y esto puede ser debido a las políticas que caracterizaron la adquisición de Collins y Aikman durante el programa. La compañía objetivo estaba bajo la presión de SEDESU para reducir sus desperdicios e IACNA necesitaba la certificación de SEDESU para completar la adquisición, lo que significó que SEDESU, al ser una amenaza regulatoria fuerte, pudo imponerse a IACNA. El tercer promedio financiero más alto lo obtuvo Grupo Modelo; nuestras entrevistas con ellos sugieren que tuvieron una estrategia poco usual para seleccionar a sus PyMEs participantes y sus proyectos, lo cual es consistente con su alto desempeño económico total.

⁵ La manufactura esbelta es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de 7 tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados.

Cuadro 6
Beneficios económicos de los proyectos por cadena de suministros

Cadena de suministros	Repago (años)	VPN (\$)	VPN (\$)	VPN (\$)	VPN (\$)
		a 10 por ciento perpetuidad	a 20 por ciento perpetuidad	a 10 por ciento 5 años	a 20 por ciento 5 años
BB	0.23	206,011	100,619	64,185	49,776
BM	0.57	436,458	210,969	133,646	102,817
CL	0.16	243,737	120,872	77,879	61,080
CP	0.67	369,405	168,142	102,060	74,543
CR	0.80	1,002,367	432,096	251,248	173,243
GI	0.46	1,948,187	947,042	602,230	465,351
GM	1.15	1,218,146	575,199	358,558	270,653
HK	0.74	428,899	185,920	108,624	75,404
IA	0.43	1,235,810	591,605	372,317	284,240
JC	1.07	465,774	211,145	127,771	92,958
JM	0.35	747,713	369,412	237,437	185,715
NE	1.11	1,523,537	618,313	341,163	217,399
RD	0.17	569,825	278,858	178,118	138,337
SK	2.62	874,934	361,729	202,975	132,809
Promedio	0.684	746,366	346,427	213,322	158,641

4. Desempeño ambiental del programa

La motivación original para crear el PCSV fue reducir el impacto ambiental de las PyMEs en México. La sección 3 mostró que el desempeño financiero de las empresas en el programa ha sido excelente. En esta sección nos enfocamos en el desempeño ambiental. En su conjunto, el programa también ha tenido impactos ambientales sustanciales. El Cuadro 7 resume el impacto agregado del programa en varias dimensiones ambientales.

Cuadro 7
Beneficios agregados del programa de cadenas de suministro verdes

Medidas Ambientales	Beneficios Anuales	Beneficios a 5 Años
Ahorro de electricidad (kwh. al año)	6,199,095	30,995,474
Ahorro de gas natural (m ³ al año)	1,060,564	5,302,818
Ahorros de combustible diesel (litros al año)	303,939	1,519,695
Reducción de emisiones de CO ₂ (tons. al año)	8,922	44,611
Ahorro de agua (m ³ al año)	279,424	1,397,121
Reducción de vertidos (m ³ al año)	1,748	8,741
Desperdicios evitados (tons. al año)	212,467	1,062,333
Reducción de uso de materias primas (tons. al año)	22,058	110,292

Para tener cierta perspectiva, el mexicano promedio usa 1,823 kwh. al año⁶, así que el programa ha compensado el uso de casi 3, 384 ciudadanos⁷. En lo que respecta a las emisiones de dióxido de carbono, el mexicano promedio es responsable de 4.24 toneladas al año de CO₂, así que el programa ha compensado las emisiones de casi 2,104 ciudadanos mexicanos promedio. En términos de uso de agua el mexicano urbano promedio usa 270 litros al día, o alrededor de 99 metros cúbicos al año; así que el programa ha compensado el uso de agua de alrededor de 2,835 ciudadanos mexicanos urbanos promedio. El Cuadro 8 presenta el resumen de información del desempeño ambiental de los participantes agrupados por cadenas de suministro.

6 <http://www.iaea.org/inisnkm/nkm/aws/eedrb/data/MX-elcc.html>

7 Una perspectiva alternativa es que una turbina grande de viento de 2 megawatts trabajando al 35 por ciento de su capacidad genera 6,132,000 kwh. al año. Así que en términos de electricidad generada por combustibles fósiles, el PCSV en su fase piloto ahorró la misma energía que generaría una de estas turbinas al año.

Cuadro 8
Beneficios ecológicos por cadena de suministros

Cadena de suministros	Ahorro de electricidad (kwh. al año)	Ahorro de gas natural (m ³ al año)	Reducción de emisiones de CO ₂ (tons. al año)	Ahorro de agua (m ³ al año)	Desperdicios evitados (tons. al año)
BB	69325	3	45	0	7
BM	24378	0	16	195	3
CL	35224	0	23	1613	10
CP	94996	15	62	2123	100
CR	28744	66364	164	450	0
GI	87750	1	372	3690	219
GM	59916	0	39	4702	0
HK	58056	0	38	3487	84
IA	3150	0	2	0	243
JC	3321	0	2	0	25736
JM	15131	15726	44	3384	6
NE	16703	0	11	489	1
RD	51539	0	34	119	4
SK	2818	0	9	2585	44
Promedio	42460	7264	61	1914	1455

Está claro que la mejora en la eficiencia en el uso de la electricidad es la fuente más consistente de beneficios ambientales del programa. Las reducciones en las emisiones de CO₂ también fueron logradas en todas las cadenas de suministro, y las reducciones de uso de agua también fueron comunes. El ahorro en gas natural y las reducciones en desperdicios fueron más variados e idiosincráticos.

5. Análisis econométrico de la participación y del desempeño

Las secciones anteriores dieron una visión general del desempeño financiero y ambiental del PCSV. Esta sección hace un análisis econométrico para explorar como los resultados del programa fueron afectados por variables independientes como:

- Efectos de la industria
- Efectos del tamaño de la industria
- Efectos de la región
- Perfil de las PyMEs participantes

Las principales variables dependientes a considerar son:

- Beneficios financieros (VPN o periodo de repago)
- Beneficios ambientales (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ahorro de agua, reducción de basura, reducción en uso de materias primas)
- Tasa de implementación de proyectos en el programa

5.1. Características de la Compañía

- Compañía “ancla” a la que se le provee.
- Tamaño (número de empleados).
- Tipo de bien o servicio provisto:
 - Material de empaque.
 - Impresiones y publicidad.
 - Materias primas.
 - Servicios.
 - Suministros indirectos (periféricos y no críticos para el proceso de producción).

5.2. Características del Proyecto

- Costos y beneficios:
 - Inversión.
 - Número de proyectos.
 - Ahorro monetario planeados al año.
 - Ahorro planeado de energía.
 - Electricidad (kwh. al año).
 - Gas (metros cúbicos al año).
 - Combustible Diesel (litros al año).
 - Mejoras ambientales:
 - Emisiones de CO2 (tons. al año).
 - Uso de agua (metros cúbicos al año).
 - Contaminación del agua (metros cúbicos al año).
 - Desperdicios (tons. al año).
 - Uso de materias primas (tons. al año).

- Tipo de proyecto:
 - Cambio de procedimiento.
 - Cambio tecnológico.
 - Nueva actividad.
- Extensión de la implementación del proyecto:
 - Cambio de procedimiento.
 - Cambio tecnológico.
 - Nueva actividad.
 - Total.
 - Compañías que salieron del programa.
- Características de los Participantes:
 - Número por compañía.
 - Educación:
 - Técnica.
 - Administrativa.
 - No especificada.
 - Posición en la Compañía:
 - Directivo.
 - Operativo.
 - Administrativo.
 - Comercial.
 - Máximo número de años de experiencia de los participantes.

Las hipótesis que queremos probar son:

- **H1.** Los proveedores que generan mayor valor agregado (reciben ingresos más altos) para las compañías “ancla” proponen proyectos con un mayor impacto.
- **H2.** Las PyMEs tienen una menor probabilidad de salir del programa cuando sus anclas están más motivadas como, por ejemplo, por (i) preocupaciones de la comunidad, (ii) presiones de la PROFEPA, (iii) presiones de Wal-Mart u otros compradores, (iv) liderazgo corporativo ambiental.
- **H3.** Los participantes tienen una mayor probabilidad de implementar los proyectos propuestos cuando (i) están en puestos técnicos u operativos, (ii) tienen un mayor nivel educativo, (iii) están en empresas más grandes,

(iv) están en empresas que cuentan con sistemas de administración de calidad, (v) proponen proyectos con una razón beneficio/costo más alta.

- **H4.** Es más probable que los participantes propongan proyectos de segunda generación (habiendo analizado el planteamiento y los resultados de los primeros proyectos) cuando: (i) están en puestos técnicos u operativos, (ii) tienen un mayor nivel educativo, (iii) están en empresas más grandes, (iv) están en empresas que cuentan con sistemas de administración de calidad.

De estas hipótesis, nos enfocamos en H3, para la cual contamos con todos los datos. Aún estamos en proceso de hacer encuestas para reunir la información necesaria para probar las otras hipótesis.

Sin embargo, también exploramos algunas hipótesis adicionales relacionadas con H1 que no se articularon en la propuesta original. En particular, podemos examinar si los mejores proyectos (es decir, los proyectos con mayores VPN, menores tiempos de repago y mejores resultados ambientales) fueron propuestos por empresas más grandes, empresas de ciertas industrias, empresas proveedoras de ciertas compañías “ancla”, o participantes con ciertas características.

5.3. Especificaciones econométricas

La hipótesis 1 explora los factores asociados con “mejores” proyectos. La calidad de los proyectos se puede medir de varias formas, como puede ser el utilizar el VPN, la razón beneficio/costo, el periodo de repago, la mejora ambiental en cualquiera de las dimensiones mencionadas o la razón mejoramiento/inversión ambiental. Inicialmente nos enfocaremos en las medidas económicas del VPN, la razón beneficio/costo y el periodo de repago. Las dos primeras requieren hacer supuestos acerca de la tasa de descuento adecuada, mientras que la tercera no. No tenemos información acerca de la duración de los beneficios de los proyectos propuestos, así que haremos el supuesto simplificador de que todos producen beneficios en el futuro indefinido (es decir, trataremos los beneficios de cada proyecto como una perpetuidad). Así que el VPN de un proyecto que produce ahorros anuales de X , cuando la tasa de interés es r , es simplemente X/r . Si la inversión requerida para el proyecto es I , entonces

$$vpn = \frac{X}{r} - I$$

Y la razón beneficio/costo es

$$\frac{B}{C} = \frac{X}{rI}$$

Mientras que el periodo de repago es

$$repago = \frac{I}{X}$$

Asumiendo que todas las empresas en nuestra muestra enfrentan la misma tasa de descuento, y que todos los proyectos producen beneficios a perpetuidad, la razón beneficio/costo y el periodo de repago arrojan la misma información, así que empezaremos con el periodo de repago ya que es más simple y familiar. Luego seguiremos con el análisis del VPN.

Nuestra especificación econométrica es

$$y_{ijk} = \alpha_j + \beta x_i + \gamma_k + \varepsilon_{ij}$$

donde

y_{ij} = Periodo de repago (o VPN) del proyecto(s) de la empresa i en la cadena de suministros j en la industria k

α_j = Efecto de la cadena de suministros j

γ_k = Variable *dummy* indicando que la empresa está en la industria k

x_i = Vector de las variables independientes descritas arriba

ε_{ijk} = Término del error

Una especificación similar se puede usar para los beneficios ambientales.

La Hipótesis 3 examina qué empresas tienen una mayor probabilidad de implementar los proyectos que propusieron, y se enfoca en (i) el tamaño de la empresa, (ii) los beneficios económicos esperados del proyecto y (iii) la formación educativa y el puesto en la empresa de los participantes en el programa. Además es apropiado incluir ciertas variables control como: el tipo de producto o servicio suministrado por la empresa, el tipo de proyecto en consideración y la región en donde la compañía ancla está localizada.

También puede ser útil controlar por el tamaño de la inversión requerida, relativa al tamaño de la empresa medida por el retorno de la inversión total, sin embargo actualmente no tenemos esa información. La variable dependiente es el porcentaje de implementación logrado por el proyecto, así que está acotado entre cero y cien.

Entonces nuestra especificación es

$$y_{ijk} = \alpha_j + \beta x_i + \gamma_k + \varepsilon_{ij}$$

donde

y_{ij} = Nivel de implementación del (de los) proyecto(s) de la empresa i en la cadena de suministros j en la industria k

α_j = Efecto de la cadena de suministros j

γ_k = Variable dummy indicando que la empresa está en la industria k

x_i = Vector de las variables independientes descritas arriba

ε_{ijk} = Término del error

5.4. Resultados

Las estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios de los determinantes del periodo de repago se presentan en el Cuadro 9. Se probaron tres especificaciones básicas, que variaron con base en si se incluyeron variables dummy para las compañías anclas y al tipo de suministro que proveía la empresa. El poder explicativo de todas las regresiones es muy débil. La única variable que es estadísticamente significativa es la experiencia de los participantes, que es positiva y significativa en las tres especificaciones. El coeficiente positivo indica que los participantes con mayor experiencia tienen una mayor disposición a aceptar proyectos con periodos de repago más largos. Sin embargo, la estimación 4 muestra que este resultado no es robusto cuando se descarta la única observación con el periodo de repago más largo; cuando esta observación no se usa, ninguna de las variables independientes tiene una capacidad explicativa significativa.

Cuadro 9
Determinantes del periodo de repago

Variable	1	2	3	4
Empleados	-0.0014 (-.62)	-0.0003 (-.14)	-.0003 (-.12)	-0.00004 (-.28)
Experiencia de los participantes	.799*** (3.58)	0.900*** (3.73)	.965*** (3.89)	-0.0016 (-.11)
Número de participantes	-2.176 (-.58)	-1.985 (-.50)	-1.010 (-.24)	0.136 (.61)
Educación técnica	.818 (.17)	1.177 (.22)	-1.168 (-.21)	-0.040 (-.18)
Educación administrativa	-1.530 (-.33)	-1.470 (-.29)	-2.551 (-.49)	-0.290 (-1.08)
Educación no especificada	-.258 (-.05)	.364 (.06)	0.047 (.01)	-0.257 (-.82)
Trabajo de supervisor	3.409 (1.09)	3.815 (1.14)	4.370 (1.27)	-0.203 (-1.08)
Trabajo operativo	0.341 (.11)	-.707 (-.21)	0.496 (.14)	-0.184 (-.97)
Trabajo administrativo	0.490 (.12)	-1.357 (-.29)	-0.932 (-.19)	0.311 (1.17)
Trabajo de mercadotecnia	-0.208 (-.27)	-0.514 (-.59)	-0.550 (-.61)	0.073 (1.48)
<i>Dummies</i> de ancla	No	Sí	Sí	Sí
<i>Dummies</i> del tipo de suministros	No	No	Sí	Sí
R ² ajustada	.0471	.1845	.0274	.1011

Estadístico-t entre paréntesis, *=Nivel de significancia al 10%, **=Nivel de significancia al 5%, *** = Nivel de significancia al 1%

El Cuadro 10 presenta los resultados de regresiones cuya variable dependiente es el VPN, evaluado con una tasa de descuento del diez por ciento y una duración de los beneficios de cinco años. Estos resultados siguen el mismo patrón que las especificaciones de el Cuadro 9; la estimación cuatro se hizo descartando el proyecto atípico. La única variable consistentemente significativa es el tamaño de la empresa, medida por el número de empleados. Las empresas más grandes tienden a proponer proyectos con VPN's más grandes. Cuantitativamente, una empresa con 1000 empleados más propondría un proyecto cuyo VPN sería aproximadamente \$150,000 mayor.

Cuadro 10
Determinantes del VPN del proyecto (US \$)

Variable	1	2	3	4
Empleados	142.98*** (3.18)	156.26*** (3.53)	166.0323*** (3.11)	165.91*** (3.10)
Experiencia de los participantes	1944.159 (.43)	5168.858 (1.10)	3235.153 (.68)	3650.085 (.72)
Número de participantes	82878.8 (1.08)	57541.37 (.74)	17445.63 (.22)	16953.42 (.21)
Educación técnica	-128656.2 (-1.28)	-34954.53 (-.38)	29084.82 (.27)	28600.71 (.27)
Educación administrativa	-166745* (-1.77)	-35059.2 (-.87)	-52707.7 (-.68)	-53678.5 (-.54)
Educación no especificada	-122397.7 (-1.12)	-119569.1 (-1.09)	-129088.9 (-1.17)	-128953.1 (-1.16)
Trabajo de supervisor	22519.1 (.35)	24470.46 (.38)	20656.02 (.31)	22618.75 (.34)
Trabajo operativo	101607.8 (1.58)	85678.96 (1.28)	58441.14 (.87)	58733.16 (.37)
Trabajo administrativo	177152.9 (2.08)	60991.38 (.67)	51802.58 (.55)	51268.92 (.54)
Trabajo de mercadotecnia	11616.34 (.74)	-17903.46 (-1.05)	-21194.33 (-1.22)	-21461.81 (-1.23)
Dummies de ancla	No	Sí	Sí	Sí
Dummies del tipo de suministros	No	No	Sí	Sí
R ² ajustada	.0976	.1729	.1968	.1937

Estadístico "t" entre paréntesis, *=Nivel de significancia al 10%, **=Nivel de significancia al 5%, *** = Nivel de significancia al 1%

Los resultados de los beneficios ambientales se presentan en el Cuadro 11. En la estimación uno, en el ahorro de electricidad, encontramos que ninguna de las variables independientes tiene efectos explicativos significativos. Además, ninguna de las *dummies* de la cadena de suministros son significativas. Sin embargo, encontramos que en relación a los proyectos iniciados por las

compañías ancla, los proyectos iniciados por las PyMEs tienen menores niveles de ahorro en electricidad. Los resultados del ahorro en gas natural (no se muestran) también son no significativos, excepto por que las compañías ancla no muestran ninguna ventaja sistemática en relación con las PyMEs. Los resultados de las reducciones de CO₂ muestran que los participantes en puestos administrativos tienden a generar proyectos con mayores reducciones de CO₂, mientras que los participantes en el área de mercadotecnia tienden a generar proyectos con menores reducciones de CO₂. Finalmente, los resultados de ahorro en uso de agua muestran que las empresas más grandes generaron mayores reducciones. Las demás regresiones en otras variables de resultados ambientales no fueron significativas en ninguna variable explicativa.

Cuadro 11

Determinantes de los beneficios ambientales

Variable	Ahorro de electricidad	Reducciones de CO ₂	Ahorro de agua
Empleados	-11.08 (-.60)	.0098 (.31)	4.988*** (5.72)
Experiencia de los participantes	-155.755 (-.10)	-1.366 (-.49)	-73.66 (-.95)
Número de participantes	-17221.98 (-.68)	9.908 (.21)	-930.44 (-.72)
Educación técnica	-369.74 (-.01)	-13.032 (-.21)	713.62 (.41)
Educación administrativa	-28,581.27 (-.84)	-46.125 (-.79)	317.97 (.20)
Educación no especificada	-13286.34 (-.35)	-56.998 (-.87)	173.25 (.10)
Trabajo de supervisor	14085 (.62)	48.14 (1.23)	-237.37 (-.22)
Trabajo operativo	6557.79 (.28)	-.793 (-.02)	-1022.764 (-.98)
Trabajo administrativo	21557.9 (0.67)	120.07** (2.16)	1408.67 (.92)
Trabajo de mercadotecnia	-3,376.65 (-.57)	-20.235** (-1.97)	-340.48 (-1.20)
Dummies de ancla	Sí	Sí	Sí
Dummies del tipo de suministros	Sí	Sí	Sí
R ² Ajustada	.1115	.0843	.3863

Estadístico “t” entre paréntesis, *=Nivel de significancia al 10%, **=Nivel de significancia al 5%, *** = Nivel de significancia al 1%

Por último, el Cuadro 12 reporta los resultados estimados para las tasas de implementación. Es interesante ver que estas regresiones tienen el mayor poder explicativo, con una R-cuadrada ajustada de más del 0.50. Algunas variables tienen efectos significativos. Primero, parece ser que las tasas de implementación disminuyen con el número de participantes de una empresa. Segundo, los participantes con una educación técnica o administrativa tienen una mayor probabilidad de implementar los proyectos que propusieron en comparación con los demás empleados. Finalmente, los participantes con puestos administrativos o de ventas tienden a lograr menores tasas de implementación. Sorprendentemente, las empresas participantes no tienen una mayor probabilidad de implementar proyectos con un VPN alto que con un VPN bajo.

Cuadro 12
Determinantes de la tasa de implementación

Variable	Tasa de implementación total
VPN	-7.39x10 ⁻⁷ (-.10)
Empleados	-.006 (-1.42)
Experiencia de los participantes	-.126 (-.33)
Número de participantes	-11.57* (-1.87)
Educación técnica	19.48** (2.25)
Educación administrativa	18.25** (2.27)
Educación no especificada	3.88 (.42)
Trabajo de supervisor	-8.13 (-1.61)
Trabajo operativo	-6.749 (-1.21)
Trabajo administrativo	-15.89** (-2.13)
Trabajo de mercadotecnia	-4.96*** (-3.89)
Dummies de ancla	Sí
Dummies del tipo de suministros	Sí
R-cuadrada ajustada	.4768

Estadístico-t entre paréntesis, *=Nivel de significancia al 10%,
=Nivel de significancia al 5%, * = Nivel de significancia al 1%

El análisis de la sección 3 y 4 de los impactos totales del PCSV fue bastante positivo, especialmente en lo que respecta a los beneficios económicos para las empresas participantes. Sin embargo, el poder explicativo de nuestras regresiones fue relativamente débil, lo cual dificulta la explicación de los factores que explican la variación de los beneficios económicos y ambientales obtenidos por participar en el programa. Una interpretación de esta combinación de resultados es que la metodología de este programa es sólida, así que produce resultados

independientemente de las características de las empresas que participen. Para probar esta hipótesis, necesitaríamos un grupo control confiable de PyMEs que no estuvieran en el programa.

6. El rol de las compañías “ancla” en el PCSV

6.1. Introducción

La herramienta que la CCA uso para motivar a las PyMEs a participar en el PCSV fue involucrar a las grandes empresas multinacionales que operan en el país (CCA [2008]). Esta estrategia, también conocida como “poder de las cadenas de suministro”, es un rasgo distintivo del Programa de Proveedores Verdes de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y se basa en la noción de que un cliente importante puede influenciar el comportamiento de sus proveedores (Aberdeen [2008]; Suering [2008]; Bala, Muñoz [2008]; EPA [2008]). La idea detrás de esta estrategia es que el “poder de las cadenas de suministro” puede ser una alternativa efectiva para motivar el reverdecimiento de las PyMEs en un contexto donde los incentivos tradicionales como las regulaciones ambientales son costosas o limitadas en su implementación (ELAC [2006]; Blackman *et ál.* [2005]).

La estrategia de involucrar a compañías “ancla” multinacionales en el PCSV supone que éstas se benefician de su participación en el programa. Para lograr su compromiso en éste, se usaron varios argumentos, como: (i) una mejora en su competitividad como resultado de la optimización de sus procesos, (ii) Responsabilidad social, (iii) posicionamiento como líder, y (iv) una mejor relación con sus proveedores (CCA [2005]). Entender el beneficio que las multinacionales obtienen de su participación en el programa es importante para diseñar la estrategia de promoción de el PCSV más allá de su fase piloto y por lo tanto es un asunto clave que debe de ser considerado en esta evaluación (CCA [2008]). Así que además de revisar los resultados del programa, es importante identificar las recomendaciones pertinentes para el futuro diseño del programa, como son:

- ¿Cómo se puede hacer un uso efectivo de los resultados obtenidos por el programa para su futura promoción?
- ¿Cómo hacer para que el programa este mejor enfocado en aquellas PyMEs y compañías ancla que pueden generar el mayor valor económico y ambiental esperado?

- ¿Cómo se puede diseñar el programa para que sea autosuficiente financieramente?

Para responder estas preguntas es importante entender las motivaciones y percepciones de las compañías ancla que participaron en la fase piloto del PCSV que duró de agosto del 2005 a agosto del 2008. Para esto realizamos entrevistas personales con representantes de 8 de las 14 compañías ancla que participaron en la fase piloto. Los resultados de estas entrevistas se analizaron comparándolas con el marco que provee la creciente literatura de cadenas de suministro verdes.

6.2. Revisión de la Literatura

A continuación presentamos una breve revisión de la literatura de cadenas de suministro verdes. La literatura intenta responder las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué el enfoque en cadenas de suministro es importante para la sustentabilidad?
2. ¿Cuáles son las principales motivaciones para que las compañías focales reverdezcan sus cadenas de suministro?
3. ¿Cuáles son las diferentes estrategias para reverdecer las cadenas de suministro?
4. ¿Cuáles son las capacidades claves (internas o externas) para facilitar las iniciativas de reverdecimiento de la cadena de suministros?

¿Por qué el enfoque en cadenas de suministro es importante para la sustentabilidad?

La literatura sostiene que las cadenas de suministro son importantes impulsores del desarrollo regional ya que las corporaciones y sus subsidiarias tienen un impacto importante en los resultados empresariales y en las actividades de red a nivel regional (Dimitratos *et ál.* [2008]). Las decisiones de las corporaciones afectan la transferencia de conocimientos, tecnología y procesos administrativos, el impulso a la innovación y los cambios que puedan hacerse entre proveedores (Dimitratos *et ál.* [2008], Stock *et ál.* [2001]). Por lo que la disponibilidad de una red de proveedores altamente desarrollada y la existencia de instalaciones de apoyo y servicios cerca de los mercados finales son importantes para la selección de la localización de las subsidiarias regionales (Meredith y Schafer [2007]).

Estas mismas condiciones de red son descritas por varios autores como “poder de las cadenas de suministro” (Vachon [2008]; Stock *et ál.* [2001]; Bowersox *et ál.* [2002]) y lo definen como: “La disponibilidad y calidad de organizaciones locales y redes industriales y comerciales, las capacidades

operativas de los proveedores y el grado de sofisticación de los clientes. El poder de la cadena de suministros se mide por: (i) número de organizaciones locales en la cadena de suministros, (ii) calidad de estas organizaciones locales y (iii) tipo de interacciones en la cadena de suministros.” Este concepto está muy relacionado con el modelo de *clusters* descrito por Porter y otros autores (Porter [1998]; Condo [2001]; Enright [2000]). Ambas interpretaciones sostienen que si la cadena de suministros es “poderosa” o hay desarrollo de *clusters* se promueve la competitividad de la región.

Otros autores han dado evidencia de que el “poder de la cadena de suministros” está positivamente relacionado con las tres dimensiones del desarrollo sustentable (Vachon [2008]; Suering [2008]). Basándose en un análisis estadístico de la información del Reporte Global de Competitividad y del Índice de Sustentabilidad Ambiental, Vachon sostiene que hay una relación positiva entre el “poder de la cadena de suministros” de un país y sus mejoras en desempeño ambiental y en la adopción de prácticas corporativas ambientales. Además demuestra que el “poder de la cadena de suministros” está positivamente relacionado con prácticas laborales justas y con la existencia de una ciudadanía corporativa (Vachon [2008]). Estas relaciones positivas están basadas en las derramas de demanda de las industrias líderes y los efectos multiplicadores de las regulaciones industriales de varias cadenas de suministro (Kavacs [2008]).

Además, las cadenas de suministro globales reducen el impacto social y ambiental de las diferentes etapas de producción (Suering [2008], Sarkis [2002]) ya que la carga social y ambiental generalmente es asignada a una compañía focal (Kovacs [2008]). Roberts [2003] enfatiza la importancia de la acción de las ONGs al señalar a las compañías focales como responsables de los problemas sociales y ambientales en las primeras etapas de las cadenas de suministro. Los modelos de la huella ecológica y de carbono sostienen una forma similar de interpretar los impactos sociales y ambientales (Wackernagel *et ál.* [1999]).

El análisis de la literatura existente ayuda a responder la pregunta de “¿Por qué el enfoque en cadenas de suministro es importante para la sustentabilidad?” en dos formas: primero, porque ayuda a mejorar el manejo ambiental, social y económico de los impactos causados por la cadena de suministros globales y, segundo, porque ofrece una nueva perspectiva para promover el cambio de paradigmas en las prácticas de negocios.

¿Cuáles son las principales motivaciones para que las compañías focales reverdezcan sus cadenas de suministro?

La literatura específica sobre las motivaciones de las compañías focales para adoptar estrategias para que la cadena de suministro se vuelva verde es aún escasa, la investigación empírica es todavía más escasa. Sin embargo, la teoría general de estrategias de negocios ambientales da fundamentos útiles para entender estas motivaciones. El punto de vista basado en recursos naturales de la empresa (NRVF por sus siglas en inglés), desarrollado por Stuart Hart (Hart [1995]), es uno de los marcos de referencia en la literatura reciente de cadenas de suministro verdes (Hult *et ál.* [2002]; Sarkis [2002]; Chen [2004]; Vachon y Klassen [2006]).

Esta teoría es una adopción de la visión basada en los recursos de la empresa (RBV por sus siglas en inglés), un marco de referencia clásico en la literatura de estrategias de negocios, que articula los recursos de la empresa, sus capacidades y sus ventajas competitivas (Penrose [1959], Chandler [1962], Andrews citado en Hart [1995]). Combina tres conceptos diferentes de ventajas competitivas (i) diferenciación por el liderazgo en costos o por la innovación en productos, (ii) derecho preferente de compra por tiempo o por compromiso y (iii) posicionamiento futuro (Hart [1995]). El RBV sugiere que estas capacidades sólo dan una ventaja competitiva si están apoyadas por recursos únicos y durables que son valiosos y no sustituibles (Prahalad y Hamel citado en Hart [1995]). En su visión basada en los recursos, Hart [1995] considera que las estrategias ambientales, como la prevención de la contaminación, el control del manejo de los productos y el desarrollo sustentable, contribuyen a generar recursos sociales únicos y complejos y capacidades que contribuyen a crear ventajas competitivas.

Las motivaciones para que las cadenas de suministro se vuelvan verdes siguen el mismo patrón de análisis. Primero, las iniciativas de cadenas de suministro son una estrategia efectiva para promover el aprendizaje organizacional articulado en “el poder de las cadenas de suministro” (Hult *et ál.* [2003]) y la creación de una relación entre proveedores y clientes basada en la colaboración (Simupathan [2005]). Segundo, las iniciativas verdes promueven recursos únicos y durables ya que generan mejoras continuas como la prevención de la contaminación, la integración de accionistas, la administración del ciclo de vida y la creación de una visión compartida de desarrollo sustentable (Hart [1995]). El Cuadro 13 resume y adapta las iniciativas de cadenas de suministro verdes al marco del NRBV.

Cuadro 13**Marco conceptual de las iniciativas de cadenas de suministro verdes basado en el modelo NRBV**

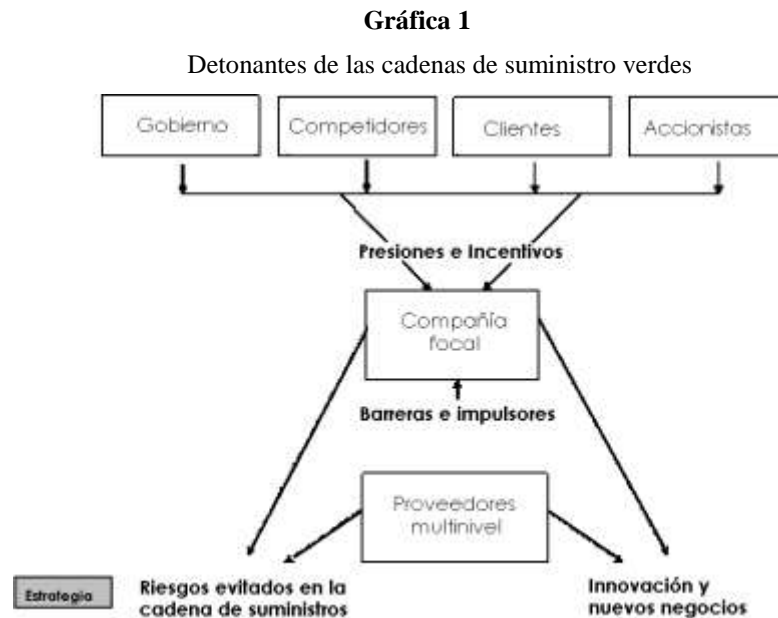
Capacidad estratégica	Impulsor	Recursos clave	Ventajas competitivas
Prevención de contaminación	Minimizar emisiones, vertidos, basura	Mejora Continua	Disminuye costos
Control del manejo de los productos	Minimiza el costo del ciclo de vida de los productos	Integración de los Accionistas	Adelantarse a la competencia
Desarrollo sustentable	Minimiza la carga ambiental del crecimiento y desarrollo de las empresas	Visión Compartida	Posicionamiento Futuro
Aprendizaje organizacional	Poder de la cadena de suministros	Mejora Continua	Disminuye costos
Relación única	Colaboración	Integración del cliente y Proveedor	Adelantarse a la competencia

Fuente: Hart [1995] (adaptada por los autores)

Suering [2008] plantea un marco complementario para explicar los detonadores de la gestión de cadenas de suministro sustentables. Basado en la teoría de los accionistas, desarrolla un modelo que considera las presiones e incentivos usados por los accionistas para influenciar el comportamiento de las compañías focales. Algunos ejemplos son: (i) el Programa de Suministros Verdes de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, que provee apoyo financiero y técnico (Green Suppliers [2008]); (ii) la presión que algunas ONGs ejercen en las compañías locales para que calculen su huella ecológica (Kovacs [2008]); (iii) las nuevas regulaciones de empaque en los mercados Europeos que afectan la exportación de flores de Colombia (Hoof y Herrera [2007]); (iv) las presiones que ejercen los supermercados grandes, como en el caso de las nuevas políticas de Wal-Mart (Supply Chain Management Review [2007]).

Suering explica que cuando las compañías focales enfrentan este tipo de presión, usualmente la transfieren a sus proveedores y dependiendo del contexto específico de la empresa, se dificulta o se promueve la cooperación. Como por ejemplo, la existencia de barreras o factores de apoyo internos como capacidades internas (ej. contar con sistemas ISO 14000), o las tendencias de los mercados externos (ej. el precio del petróleo) (Lamming y Hanson citado en Suering [2008]).

Se puede identificar un rango de estrategias complementarias en relación a cómo las compañías manejan la presión y los incentivos de los accionistas para la implementación de cadenas de suministro verdes. Suering [2008] identifica dos estrategias; la primera es “reverdecer” la cadena de suministros evitando los riesgos de la cadena global y la segunda es promover la innovación de productos. La Gráfica 1 muestra el marco que detona la implementación de cadenas de suministro sustentables propuesta por Suering [2008].

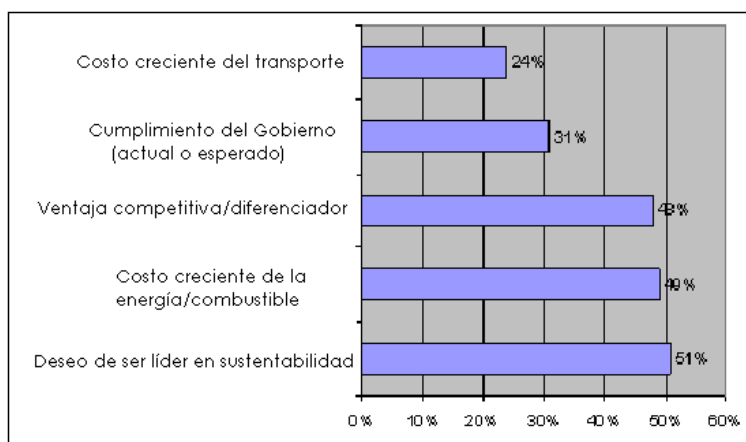


Fuente: Suering [2008] (adaptada por los autores)

Otra referencia útil para analizar la pregunta de cuáles son las principales motivaciones para que las compañías focales reverdezcán sus cadenas de suministro es un estudio reciente acerca de los motivos detrás de las iniciativas de las multinacionales de todo el mundo para adoptar cadenas de suministro verdes (Aberdeen [2008]). Los resultados de este estudio, mostrados en la Gráfica 2, se basan en las respuestas de 335 compañías, 59 por ciento de las cuales están localizadas en América, 16 por ciento en Asia, 17 por ciento en Europa y 8 por ciento en África y Oriente Medio.

Gráfica 2

Los 5 principales detonantes de las cadenas de suministro verdes



Fuente: Aberdeen [2008]

¿Cuáles son las diferentes estrategias para reverdecer las cadenas de suministro?

La visión basada en los recursos de la empresa (NRVF) de la pregunta anterior menciona diferentes estrategias que entran dentro del ámbito de la gestión de cadenas de suministro verdes como: (i) el rediseño de transporte sustentable, (ii) el diseño de sistemas de ventas verdes para calificar y valorar el desempeño ambiental de un proveedor, (iii) la medición de la huella ecológica o de carbono, (iv) la minimización de desperdicios en la cadena de suministros, (v) la optimización de procesos internos, y la ampliación de las prácticas socialmente responsables de la corporación en la cadena de suministros (Michielsen [2005]; Kovacs [2008]; Sarkis [2002]; Noci [1997]; Tsoufias [2005]; Chen [2004]; Zu *et al.* [2007]; Cote *et al.* [2008]).

Casi todas estas prácticas se basan en un enfoque de prevención, ya que este concepto sostiene que la contaminación y el desperdicio son resultado de ineficiencias en los procesos, productos o servicios. Las empresas que adopten un enfoque de prevención, simultáneamente darán evidencia de una mejora en la eficiencia y en la reducción de emisiones y en los gastos en capital para controlar la contaminación (Baas [2006]). Muchas de estas prácticas dependen y están integradas en el proceso (Hart [2005]). Por ejemplo, el cálculo de la huella ecológica de una empresa depende de su capacidad previa de optimizar procesos

(tener una producción más limpia). El Cuadro 14 da una visión general de las prácticas orientadas a la prevención en la cadena de suministros verdes descritas en la literatura mencionada. Las alternativas están clasificadas de acuerdo al origen de su aplicación en la empresa, como cambios técnicos u operativos, alternativas para el manejo de la información y alternativas relacionadas con cambios en las estrategias administrativas y de gestión. Los ejemplos mostrados en el Cuadro 14 son ilustrativos, no exhaustivos.

Cuadro 14

Ejemplos de prácticas orientadas a la prevención en la cadena de suministros verdes

Tipo	Prácticas	Recursos Clave	Ejemplos
	Procuración ambiental	Selección de proveedores con certificación ambiental	Sólo comprar a proveedores certificados con el ISO 14000 ¹
Administración	Sistema de ventas verdes para calificar y valorar el desempeño ambiental de un proveedor	Integración de criterios de calidad ambiental en el esquema de evaluación a proveedores	Integración de criterios de riesgo ambiental en la selección de proveedores de la industria automotriz ²
	Huella ecológica	Ciclo de vida y control del manejo de los productos	Indicador de la huella ecológica en el reporte anual ³
Información	Ampliación de las prácticas socialmente responsables en la cadena de suministros	Reputación de la empresa	Las multinacionales que apoyan a las PyMEs de su región para fortalecer sus capacidades ⁴
	Minimización de desperdicios en la cadena de suministros	Re-usar, reciclar o reducir la basura de los empaques	Reemplazar los empaques desechables por empaques que se puedan re-usar reduce la basura que estos producen ⁵
Técnico/Operativo	Optimización de procesos internos (producción más limpia)	Reducción del uso de material, energía o agua por unidad producida	La instalación de un equipo de oxígeno en un boiler mejora la eficiencia del proceso de combustión ⁶
	Rediseño de sistemas logísticos	Integración de criterios ambientales en el diseño de metodologías	Planeación de las rutas de transporte, de la carga que se transportará, rediseño de empaques, uso de transporte sustentable ⁷

¹ Chen [2004]; ² Noci [1997]; ³ Kovacs [2008]; ⁴ Cote, *et al.* [2008]; ⁵ Zu *et al.* [2007]; ⁶ Michelsen [2005]; ⁷ Tsoufas [2005].

¿Cuáles son las capacidades claves (internas o externas) para facilitar las iniciativas de reverdecimiento de la cadena de suministros?

Aquello que facilita la implementación de cadenas de suministro verdes está fuertemente relacionado con el perfil de la compañía ancla y sus estrategias corporativas. El liderazgo para integrar la sustentabilidad como parte de la competitividad de la empresa es clave para ser un agente promotor del cambio (Aberdeen [2008]). Este liderazgo va más allá de las estrategias de sustentabilidad enfocadas en cumplir las regulaciones y minimizar el riesgo y más allá de las posiciones que consideran a las estrategias ambientales como parte de la Responsabilidad Social Corporativa. Incluye considerar la sustentabilidad como un elemento clave en la generación de valor de la empresa (Hoffman [2008]).

Algunas de las características de liderazgo de las compañías focales que facilitan las iniciativas de cadenas de suministro verdes son (Aberdeen [2008]):

- **Acciones estratégicas:** Los administradores de la compañía deben demostrar su compromiso con las acciones que promueven la implementación de cadenas de suministro verdes como: (i) asegurarse de la confiabilidad de la cadena de suministros y reducir el riesgo relacionado con las tendencias ambientales, (ii) entender las ventajas competitivas y el valor de la reducción de costos en la cadena de suministros y la oportunidad de generar un valor único, (iii) compromiso con la reputación de responsabilidad social corporativa de la compañía.
- **Capacidades Organizativas:** Las capacidades organizativas que se requieren para apoyar la gestión exitosa de una cadena de suministros verdes son: (i) compromiso de la dirección general, (ii) el involucramiento de los departamentos de adquisiciones en las iniciativas de la cadena de suministros verdes, (iii) involucramiento del departamento ambiental, (iv) mecanismos como reportes ambientales para comunicar los avances y los indicadores del desempeño ambiental y social.
- **Programas y herramientas técnicas:** La implementación de las prácticas de cadenas de suministro verdes requiere capacidades y herramientas técnicas relacionadas con la prevención de contaminación y técnicas de manufactura esbelta. Además, requiere de la disponibilidad de mecanismos de colaboración como de tiempo y ocasiones para intercambiar información y experiencias con proveedores y accionistas (Simatupang y Sridharan [2005]). La

capacidad colaborativa también incluye la capacidad de las compañías focales para guiar el delicado proceso de construcción de confianza y la interacción entre los miembros de la cadena de suministros (Cassivi [2006]).

Otros elementos que facilitan la gestión de las cadenas de suministro verdes están relacionados con la selección de que proveedores participan en estas iniciativas. Dependiendo de la estrategia corporativa relacionada a la iniciativa CSV, algunas características de los proveedores se vuelven más relevantes (Aberdeen [2008]). Si la estrategia principal está enfocada en asegurar la confiabilidad de la cadena de suministros, el criterio de selección les da prioridad a los proveedores únicos y críticos. Cuando la reducción de costos es lo más importante, se le da prioridad a los criterios de ventas. Los programas CSV basados en la reputación y la Responsabilidad Social seleccionan a los proveedores más visibles y cercanos. El Cuadro 15 resume el marco de los requerimientos que facilitan las iniciativas CSV.

Cuadro 15

Elementos que facilitan la gestión de la cadena de suministros verde

Motivaciones	Capacidades	Práctica	Herramientas	Criterio de Selección
Reputación	-Compromiso de la dirección general	Reducción de la huella ecológica	Mecanismos de Colaboración	Visibilidad de los proveedores
Confiabilidad de los suministros	- Integración del depto. ambiental con el depto. de adquisiciones	- RSC - Procuración ambiental	- Herramientas para la producción limpia (eco-mapas, eco-balance)	- Proveedores vecinos - Proveedores únicos y críticos
Diferenciación y reducción de costos	- Sistema de gestión ambiental - Reportes del desempeño social y ambiental	- Sistema de ventas verdes - Rediseño el sistema de logística - Producción limpia - Reducción de desechos	- Herramientas para la manufactura esbelta (mapeado del flujo de valor, eventos "Kaizen", 6 Sigma) - Análisis del ciclo de vida	- Relación entre proveedores - Volumen de ventas - Volumen de producto

Fuente: Aberdeen [2008] (adaptada por los autores)

Como se mencionó en la pregunta anterior, estas prácticas dependen y están integradas en el proceso. Dependiendo del contexto de la compañía focal, su énfasis y sus prioridades serán diferentes (Aberdeen [2008]).

6.3. Resumen de las motivaciones de las compañías ancla y de los beneficios percibidos

A pesar de que las motivaciones para la participación y los beneficios percibidos varían sustancialmente entre las compañías ancla participantes, es posible hacer algunas conclusiones de sus comentarios⁸.

Los motivos que los representantes de las compañías anclas reportaron para participar en el programa mexicano PCSV fueron diversos y estuvieron relacionados con el contexto específico del proyecto piloto, ya que la mayor parte de los costos operativos del programa fueron cubiertos por la CCA y por SEDESU. Varias compañías (Clarion, Nestlé, Colgate-Palmolive, Jabones la Corona) inicialmente vieron su participación como una prueba y no como una decisión estratégica, además ninguna de las compañías ancla calcularon su propio costo (logístico y de personal) de participar en el programa. Las compañías entrevistadas en Querétaro (Clarion e Industrias Guardián) manifestaron que su motivación inicial fue responder a la invitación de SEDESU.

En sólo dos de las ocho compañías entrevistadas, la decisión de participar fue hecha a nivel corporativo (Janssen-Cilag y Grupo Modelo). En las otras seis, la decisión fue tomada por el administrador de la planta. Sin embargo, en sólo dos casos (Colgate- Palmolive y Clarion), los administradores designados estuvieron activamente involucrados en el PCSV. En los otros casos (Bristol Meyrs Squibb, Jabones la Corona, Nestlé, Industrias Guardián), el programa fue conducido y administrado por los ingenieros o administradores ambientales.

En siete de las ocho compañías entrevistadas, el departamento de adquisiciones estuvo involucrado en el desarrollo del programa, encargándose de la selección de proveedores y de darle seguimiento a su desempeño. En general la participación del departamento de adquisiciones fue limitada, excepto en el caso de Grupo Modelo y Colgate-Palmolive. También sólo en estos dos casos se ejerció algo de presión comercial sobre los proveedores para que participaran en el programa. En la mayoría de las compañías la invitación a la participación fue voluntaria. Sólo en el caso de Clarion el departamento de adquisiciones no estuvo involucrado en el PCSV.

El criterio de selección usado para invitar a los proveedores a participar se basó en los requerimientos de los fundadores del programa (CCA y SEDESU) y no en una decisión estratégica de la compañía ancla. Sin embargo, las compañías

⁸

Los resultados de las entrevistas detalladas pueden ser obtenidos con los autores.

relacionadas con la Iniciativa GEMI (Janssen-Cilag, Bristol Meyrs Squib, Colgate-Palmolive y Nestlé) usaron un sistema de clasificación de proveedores desarrollada por ésta asociación para hacer su selección. Grupo Modelo e Industrias Guardián también usaron su modelo interno de clasificación de proveedores en el proceso. Clarion confesó que sólo invitó a proveedores indirectos localizados en la región.

A pesar de que las motivaciones de las compañías para participar estuvieron influenciadas por el hecho de que el proyecto piloto fue prácticamente gratis, el marco descrito por la literatura nos ayuda a hacer algunas reflexiones interesantes. En particular, las compañías relacionadas a la industria farmacéutica, Bristol Meyrs Squibb y Janssen-Cilag, reportaron que la confianza en la cadena de suministros fue una de las razones más importantes de su interés en el PCSV. Grupo Modelo argumentó que su mayor interés en participar en el PCSV fue para desarrollar un control del manejo de los productos, tema central en el punto de vista basado en recursos naturales mencionado por Hart [1995].

Los motivos encontrados en nuestras entrevistas son consistentes con los resultados de la investigación de Aberdeen [2008]. Los motivos son complejos y complementarios, sin embargo, usando las categorías de Aberdeen podemos enfatizar algunas de las razones de la participación:

- Deseo de ser líder en sustentabilidad: Grupo Modelo, Janssen – Cilag.
- Costo creciente de la energía/combustible: Nestlé, Jabones la Corona.
- Ventajas competitivas: Bristol Meyrs Squibb, Clarion.
- Requisitos del gobierno (actuales o esperados): Colgate-Palmolive.
- Costo creciente de la logística: Industrias Guardián.

Dos compañías mencionaron importantes cambios en sus motivaciones durante la participación en el programa. Colgate-Palmolive dijo que inicialmente sus razones para involucrarse fueron esperando ser líderes al participar en un programa innovador en México. En su segunda participación, sus motivaciones cambiaron significativamente hacia una estrategia de liderazgo en costos y reconocimiento gubernamental por los resultados obtenidos en la primera fase. En Nestlé pasó algo similar debido a nuevos requisitos de su cliente Wal-Mart. Con esto el apoyo directivo hacia la participación en el programa aumentó considerablemente.

¿Cuáles fueron los beneficios percibidos por las compañías ancla como resultado de participar en el PCSV mexicano?

Los beneficios percibidos mencionados por las compañías ancla están relacionados con sus expectativas iniciales y por sus motivos para participar. Pueden ser resumidos en 5 categorías:

1. Beneficios Económicos Tácitos: como resultado del diseño y la implementación de proyectos internos de eco-eficiencia. Clarion, Jabones la Corona e Industrias Guardián mencionan esto como su resultado más importante. Adicionalmente, Colgate-Palmolive reportó un beneficio de US \$ 500,000 como resultado de una exención de impuestos obtenida después de mostrarle a PROFEPA sus avances en materia ambiental, incluyendo su participación en el PCSV.
2. Fortalecimiento del Compromiso Organizativo Interno: tres compañías ancla, Grupo Modelo, Colgate-Palmolive y Bristol Meyrs Squibb consideraron al proceso de integración de su departamento de adquisiciones con su departamento ambiental como un beneficio importante de su participación. En el caso de Bristol Meyrs Squibb y Colgate-Palmolive criterios ambientales fueron integrados en la evaluación de sus proveedores.
3. Reputación dentro de la Red de Corporaciones: Janssen Cilag y Clarion obtuvieron premios de sustentabilidad corporativa como resultado de su participación en el PCSV. La mayoría de las compañías hizo públicos sus resultados en comunicados internos. Sólo Grupo Modelo publicó su participación en el PCSV en su reporte corporativo de Responsabilidad Social Corporativa.
4. Fortalecimiento de la Colaboración en la Cadena de Suministros: casi todas las compañías ancla mencionaron una mejor relación con sus proveedores como un beneficio del programa. Estas mejoras se tradujeron en mayor confianza e intercambio de información y un mayor entendimiento de sus procesos. Sin embargo, estos beneficios son menos tácitos.
5. Construcción de Capacidades: compañías ancla como Jabones la Corona, Industrias Guardián y Grupo Modelo expresaron que un beneficio de participar en el PCSV fue que su personal se apropió del conocimiento que generó la mejora de eficiencia en la metodología.

7. Conclusiones

El PCSV ha sido muy efectivo. La PyME promedio participante en el programa generó un proyecto que tuvo un periodo de repago de aproximadamente ocho meses, con un valor presente neto de alrededor de \$150,000, ahorró 1,900 metros cúbicos de agua anuales, ahorró 42,000 kwh. al año de electricidad, redujo sus emisiones de dióxido de carbono en 61 toneladas al año y redujo sus desperdicios en 1455 toneladas. Podría decirse que los ahorros económicos generados por el programa son tan impresionantes como las mejoras ambientales, aunque no hay una medida objetiva para asegurarlo.

Encontramos que las compañías más grandes realizaron proyectos con un valor presente neto más alto, con mayores reducciones de dióxido de carbono y ahorro de agua, pero no un mayor ahorro en electricidad. Las compañías tuvieron una mayor probabilidad de implementar exitosamente sus proyectos si tenían menos empleados inscritos en el programa, si estos empleados tenían capacitación técnica o administrativa y si ocupaban puestos técnicos en la compañía. El costo total del programa fue bastante modesto, por lo que concluimos que el Programa de cadenas de suministro verdes en México ofrece un valioso modelo para difundir técnicas eco-eficientes en las PyMEs.

8. Referencias

- Aberdeen. (2008), *Building a green supply chain: social responsibility for fun and profit*, Aberdeen Group.
- ACERCAR-Cámara de Comercio de Bogota (CCB). (2006) "Evaluación del impacto de las asistencias técnicas y convenios de producción más limpia de acercar industria", *Documento de trabajo*, Cámara de comercio de Bogotá, Colombia.
- Ashford N. (1993) "Government strategies and policies for cleaner production", material of joint workshop sponsored by the United Nations Environment Programme Industry and Environment Centre (UNEP/IE) and the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris.
- Baas, L. (2006) "To make zero emissions technologies and strategies become a reality, the lessons learned of cleaner production dissemination have to be known", *Journal of Cleaner Production*.

- Baas, L. (2005) "Cleaner production and industrial ecology; dynamic aspects of the introduction of new concepts in industrial practices", Tesis Doctoral, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands.
- Barney, J. (1991), "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, vol. 17, No.1.
- Bateson G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. Nueva York: Ballantine.
- Berkel R. (2006), "Cleaner production and eco-efficiency initiatives in western Australia 1996-2004", *Journal of Cleaner Production* v. 20.
- Blackman, A. (2006) "Small firms and the environment in development countries; collective impacts collective action", *Resources For the Future*, Washington DC, USA.
- Blackman, A. (1997), "Pollution control in the informal sector: the Ciudad Juarez brickmakers' project", *Natural Resources Journal*, Vol 37.
- Blackman, A., T. Lyon y N. Sisto. (2006) "Voluntary agreements when regulatory capacity is weak", *Comparative Economic Studies*, 48. pp. 682-702.
- Boons, F., L. Baas, J.P. Bouma, A. De Groene and K. Le Blansch, (2000) *The changing nature of business; institutionalization of green organizational routines in the Netherlands 1986 – 1995*, International Books, Utrecht, the Netherlands.
- Bowersox, Closs y Cooper. (2002) *Supply chain logistics management*, McGraw Hill, Nueva York.
- Cameron, C. y P. Trivedi. (2005) *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cassivi, L. (2006) "Collaboration planning in a supply chain", *Supply Chain Management: An International*, 11/3, Emerald Group Publishing Limited pp 249–258
- CEC (2007), "Memo de avance programa cadenas productivas verdes", Commission for Environmental Cooperation (CEC), *Documento de trabajo*, Mexico DF.
- CEC (2006), "Greening supply chains; report on activities and results", Commission for Environmental Cooperation (CEC), *Documento de trabajo*, Mexico DF.

- CEC (2001), “Fondo para proyectos de prevención de la contaminación”, Commission for Environmental Cooperation (CEC), *Documento de trabajo*, Mexico DF.
- Chen, Chung-Chiang (2004), “Incorporating green purchasing into the frame of iso 14000”, *Journal of Cleaner Production* 13.
- Condo, A. (2001) “Desarrollo de clusters competitivos; la competitividad internacional de empresas e industrias”, presentación del Centro Latino Americano para el Desarrollo Sostenible (CLADS) de la Universidad INCEA, Costa Rica.
- Cote, R. *et ál.* (2008) “Influences, practices and opportunities for environmental supply chain management in nova scotia smes”, *Journal of Cleaner Production* 16. pp. 1561–1570
- DAMA, (2005), *programa de excelencia ambiental distrital (pread)*, Departamento Administrativo Técnico del Medio Ambiente.
- Dieleman, H. (2007) “Cleaner production and innovation theory. social experiments as a new model to engage in cleaner production”, Universidad Metropolitana, *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23 (2) Mexico DF. pp. 79-94.
- Dimitratos, P, *et ál.* (2008) “Regional location of multinacional Corporation subsidiaries and economic contribution: Evidence from the UK”, *Journal of Wold Business.*
- ECLAC, (2006), “Smes in the environmental goods and services market: identifying areas of opportunity, policies and instruments; case studies: Argentina, Chile, Colombia and Mexico”, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Santiago, Chile.
- Ehrenfeld, J. R., W. Ashton, A. Luque, (2002) “Mejores prácticas para la producción más limpia su fomento e implementación en la pequeña empresa”, Interamerican Development Bank (IADB), Multilateral Investment Fund, Washington, USA.

- FUNDES, (2003), “La realidad de la pyme colombia desafio para el desarrollo”, programa Mejoramiento de las Condiciones del Entorno empresarial, FUNDES Colombia.
- Gallopín, G. (2007), *Medio ambiente, sostenibilidad y desarrollo sostenible*, Workshop on sustainability Indicators, June 25 – 29 2007, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Los Andes University, Bogota, Colombia,
- Granek, F., Meenaz H. (2006) “The Toronto Region Sustainability Program: insights on the adoption of pollution prevention practices by small to Medium-sized manufacturers in the Greater Toronto Area (GTA)”, *Journal of Cleaner Production* 1.4 Elsevier Science.
- GreenSuppliers, (2008) <http://www.greensuppliers.gov/gsn/home.gsn>, consulted May 2008
- Grotz, R., B. Braun, (1993), “Networks, mileux and individual firm strategies: emperical evidence of an innovative sme environment”, *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*, Vol 75, No. 3 (1993) pp. 149 – 162.
- GTZ, (2003), “Elementos de politica y herramientas de gestion ambiental y produccion mas limpia en el mercosur; proyecto competitividad y medio ambiente”, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit GmbH, Buenos Aires, Argentina.
- Hart, S.L., (1997). “Beyond greening: strategies for a sustainable world”. *Harvard Business Review* 75 (1), pp. 66–76.
- Hart, S, (1995), “A natural-recourse based view of the firm”, *Academy of Management Review*, Vol. 20, No. 4, pp. 986 – 1014.
- Hoffman, A. Y J. Woody, (2008), “Climate change: what's your business strategy? (memo to the CEO)”, *Harvard Business School Publishing Corporation*, 4.
- Hoffman A. (2000). *Competitive environmental strategy: a guide to the changing business landscape*. Island Press. Washington D.C.
- Hult, G.T., *et ál.*, (2003) “Organizational learning as a strategic resource in supply management”, *Journal of Operations Management* 21 pp. 541 – 556.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (2005).

Propuesta de mejoramiento y fortalecimiento del programa de regionalización de la política nacional de producción mas limpia bajo la operación de nodos y ventanillas. Bogotá, Septiembre.

- Kemp, René (2000), “Technology and environmental policy—innovation effects of past policies and suggestions for improvement”, artículo para la OECD.
- Kovacs, G. (2008) “Corporate environmental responsibility in the supply chain”, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier.
- Leal, J, (2005), “Ecoeficiencia: marco de analisis indicadores y experiencias”, *Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Environmental Series No. 105*, Santiago, Chile.
- Linton, J.D., R. Klassen, V. Jayaraman, (2007), “Sustainable supply chains: an introduction”, *Journal of Operations Management* 25 pp. 1075 – 1082.
- Lyon, TP y J.W. Maxwell. (2004) *Corporate environmentalism and public policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lyon, T.P and J.W. Maxwell. (2007) “Environmental public voluntary programs reconsidered”, *Policy Studies Journal*, forthcoming.
- Maranto, D. y R. Gómez, (2007), “Development of internal resources and capabilities as sources of differentiation of sme under increased global competition: a field study in Mexico”, *Technological Forecasting and Social Change* 74. pp. 90 – 99.
- Meredith y Shafer, (2007) *OPERATIONS MANAGEMENT FOR MBAS*, 3a Edition ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Michelsen, O. et ál. (2005) “Eco-efficiency in extended supply chains: a case study of furniture production”, *Journal of Environmental Management* 79 (2006) pp. 290–297
- Montalvo, Carlos, (2002) *Environmental policy and technological innovation: why do firms adopt or reject new technologies?*.
- Noci, G. (1997), “Designing 'green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 3, No. 2, pp. 103-114, 1997

- OECD (1997), "Diffusing technology to industry: government policies and programs", *Working paper of the Organization for Economic Co-operation and Development*, Paris, Francia.
- Pratt, L., J.P Buchert, L. Rivera, (2003) *Análisis de mecanismos para el financiamiento de la producción más limpia en la pequeña y mediana*.
- Porter, M. (1998). "On competition". *Harvard Business Review Book*, USA.
- Rodríguez, A. (2007) "Propuesta del programa para mejorar el desempeño ambiental y la competitividad en cadenas de valor", internal document Secretary of Environment and Natural Resources, advisers office of the Minister.
- Sage, Jan, (2000), "Continuous learning and improvement in a regional cleaner production network", *Journal of Cleaner Production* 8 pp. 381–389.
- Sarkis, J. (2002) "A strategic decision framework for green supply chain management", *Journal of Cleaner Production* 11 pp. 397–409
- Schmidheiny, S., (1992). *Changig course: a global business perspective on development and the environment*. The MIT Press, Cambridge.
- Simatupang, T y R. Sridharan. (2005) "An integrative frame work for supply chain collaboration", *International Journal of Logistics Management*, Vol 16 no.2, pp 257 – 274.
- Suering, S. (2008), "Sustainable supply chain management", *Documento de trabajo*, Erasmus University, Rotterdam.
- Stock, J. y Douglas M. (2001) *Strategic logistics management*, 4a edición, McGraw Hill, Nueva York.
- Stone Lesley J. (2006), "Limitations of cleaner production programmes as organizational change agents. ii. leadership, support, communication, involvement and programme design", *Journal of Cleaner Production* 14 pp. 15-30.
- Tsoufias, G.T, *et ál.* (2005), "Environmental principles applicable to supply chains design and operation", *Journal of Cleaner Production* 14.
- UNEP (2007) web side consulted November 2007;
<http://www.uneptie.org/pc/cp/ncpc/home.htm>

- Vachon S. and R. Klassen, (2007), "Environmental management and manufacturing performance; the role of collaboration in the supply chain", *International Journal of Production Economics*.
- Vachon, S. y Z. Mao, (2008), "Linking supply chain strength to sustainable development: a country-level analysis", *Journal of Cleaner Production*, Elsevier.
- Van Hoof, B. (2003), "Demands of colombian sme's to environmental products and services: identification and diagnoses", *Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Environment and Development serial*, Number. 65. Santiago, Chile.
- Van Hoof, B., C.M. Herrera. (2007) "The evolution and future perspectives of cleaner production in Colombia", *Revista de Ingenieria*, No. 26, Los Andes University, Bogota, Colombia.
- Wackernagel, M *et ál.* (1999), "National natural capital accounting with the ecological footprint concept", *Ecological Economics*, [V.29 \(3\)](#) pp. 375-390
- WBCSD (2002) "Sustainable development reporting: striking the balance", downloaded November 2007 at www.wbcsd.org/DocRoot/du2iDNFAIGOE7PMYAtEH/20030106_sdreport.pdf
- Wells, R. y D. Galbraith, (1999), "The Guadalajara project", *The Journal of Corporate Environmental Strategy and Practice*. GMI Theme issue: ISO 14001: Case Studies and Practical Experiences, pp 90 – 102.
- World Bank Group. (1998), *Pollution prevention and abatement handbook 1998; towards cleaner production*.
- Yoon-Gih Ahn. (2007) "Strategic sustainability management for enhancing corporate value, in the context of korean business circles", Doctoral thesis, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands.
- Zhu, Q., J. Sarkis, J. Cordeiro, Kee-Hung Lai, (2006) "Firm level correlates of emergent green supply chain management practices in the chinese context", *The International Journal of Management Science*, Omega 36 pp. 557 – 591.

Zhu, Q. *et ál.* (2007), “Firm-level correlates of emergent green supply chain management practices in the chinese context”, *the international Journal of Management Science*, Omega 36. pp. 577 – 591