



# EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y LA SUSTENTABILIDAD

## Un acercamiento a la Industria Cementera

Verónica López Niño<sup>1,2</sup>

[Veronica.lopez46@ucv.ve](mailto:Veronica.lopez46@ucv.ve), [lopeznv.01@gmail.com](mailto:lopeznv.01@gmail.com)

<sup>1</sup> Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

<sup>2</sup> Centro de Estudios del Desarrollo, Caracas, Venezuela

Historia del Artículo

Recibido 15 de Febrero de 2018

Aceptado 15 de Abril de 2018

Disponible online: 29 de Mayo de 2018

**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo analizar el papel de la innovación tecnológica industrial y la sustentabilidad en el marco de la industria cementera. Considerando sólo uno de sus efectos en el medio ambiente, la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los mayores contaminantes de la atmósfera y causante del efecto invernadero. Se desarrolló bajo un método cualitativo combinando la revisión documental, la búsqueda de patentes y algunas entrevistas para precisar algunos aspectos relacionados con datos e información requerida. Se presentan aspectos teóricos, esfuerzos innovadores y la descripción de factores que afectan a dichos cambios, evidenciados en un contexto internacional; que al ser comparados e integrados, dieron lugar a una serie de conclusiones que, resumidamente, especifican que el rol de la innovación tecnológica industrial y la sustentabilidad subyace en el hecho de entender la complejidad de los sistemas del entorno, incluyendo en las investigaciones elementos que influyen en los procesos de cambios, a los fines de generar innovaciones sustentables.

**Palabras Clave:** Innovación tecnológica, Sustentabilidad, Desarrollo Sostenible, Cemento.

## THE ROLE OF TECHNOLOGICAL INDUSTRY INNOVATION AND SUSTAINABILITY.

### An Approach towards the Cement Industry

**Abstract:** This paper aims to analyze the technological industrial innovation and sustainability within the framework of the cement industry. Taking into account but one of its effects on the environment, carbon dioxide emissions (CO<sub>2</sub>), one of the atmosphere's major pollutants and cause of the greenhouse effect. It was developed under a qualitative method, combining documental examination, patent search and a few interviews in order to pinpoint some aspects in relation to the data and other required information. Theoretical features, innovative efforts and depiction of the factors that affect said changes is presented. Evinced in an international and national context, that upon comparison and integration, gave way to a series of conclusions that succinctly specify that the role of technological industrial innovation and sustainability lies in the fact of understanding the complexity of the surrounding systems; including in the researches, elements that influence the change processes to the purpose of generating sustainable innovations.

**Keywords:** Technological innovation, Sustainability, Sustainable Development, Cement.

## I. INTRODUCCIÓN

---

La innovación industrial genera un efecto continuo para mejorar la calidad de vida humana, la explicación del ¿cómo surge?, se puede sintetizar a partir del aprendizaje tecnológico obtenido a partir de la acumulación de experiencias, aportando valor al sistema industrial. Sin embargo, estas innovaciones siempre generan consecuencias que de manera contraria a la calidad de vida, deterioran el ambiente y conspiran en el menoscabo del planeta.

Como un ejemplo de este efecto, podemos mencionar a la industria cementera, quien es una de las industrias que más aporta en mejorar la calidad de vida en conjunto con el sector construcción, no obstante su impacto negativo al ecosistema es evidenciable en cada parte de su cadena productiva, particularmente en las emisiones de dióxido de carbono. Debido a la relevancia de esta industria para la vida humana, al ser responsable de la infraestructura de viviendas, transporte y grandes obras, también se ha considerado importante examinar el rol de la innovación industrial y el desarrollo sustentable, para establecer ¿Cuál es papel de la innovación tecnológica en la industria del cemento y la sustentabilidad?

En este orden de ideas, este trabajo tiene como objetivo analizar el papel de la innovación tecnológica industrial y la sustentabilidad en el marco de la industria cementera. Considerando sólo uno de sus efectos en el medio ambiente, la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los mayores contaminantes de la atmósfera y causante del efecto invernadero.

Para ello, se inicia con algunos aspectos teóricos sobre la innovación, dando paso

a la relación con el entorno de la industria, posteriormente se presentan algunos esfuerzos innovadores, así como avances en un contexto nacional e internacional y las consideraciones finales.

En este orden de ideas, se puede decir que los cambios en los procesos industriales, pueden ser catalogados como innovaciones en razón de las mejoras de la calidad de vida. Como menciona Arocena y Sutz (2004) <sup>[1]</sup> se puede entender la innovación, en la tradición schumpeteriana, como introducción de lo nuevo –más específicamente, de «nuevas combinaciones»– en las prácticas productivas de bienes y servicios.

A este respecto, el manual de Bogotá (2001)<sup>[2]</sup> expresa conceptualmente la Innovación desde dos aspectos: a) Innovación Tecnológica en Productos y Procesos (TPP) y la b) Innovación Organizacional. Aunado a las (TPP) como también las mejoras tecnológicas de importancias producidas en productos y procesos. De este modo, un producto tecnológicamente nuevo es un producto cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren significativamente de los correspondientes a productos anteriores.

En este contexto, se entiende por innovación en tecnología de procesos la adopción de métodos de producción nuevos o mejorados en gran medida. Estos métodos pueden implicar cambios en equipos, u organización de la producción, o una combinación de ambos cambios, o bien provenir del uso de conocimientos nuevos. <sup>[2]</sup>

De acuerdo a estas precisiones, García y Calantone (2002) <sup>[3]</sup> coinciden en que la Innovación tecnológica, es la transformación de una idea en un

producto, equipo o proceso operativo, incluyendo nuevas formas de organización social.

Por su parte, Gavito (2017)<sup>[4]</sup> agrega que al estudiar la innovación tecnológica, se debe incluir el análisis de los procesos de generación-adopción-implementación-monitoreo y evaluación de las tecnologías.

Hasta este punto, los autores concuerdan en la concepción de la innovación tecnológica, considerada como un cambio o un grupo de cambios, caracterizado por el medio donde se desarrolla, que pueden alcanzar modificaciones en la organización de la empresa o industria y en la sociedad.

Por otra parte, se puede observar una clara relación entre: producción, proceso, producto, organización, sociedad donde la tecnología se manifiesta de manera transversal en sus propios sistemas, recreando la integración de la tecnología en la innovación. Vistas desde la acción que procura el cambio y sus resultados determinando niveles de complejidad propios en cada espacio.

Desde estas abstracciones acerca de la Innovación Tecnológica Industrial (ITI), se rescatan otros razonamientos basados en los cambios tecnológicos planteados por Pérez, C. (2010)<sup>[5]</sup> quien explica que cada 40 a 60 años ocurre una oleada tecnológica, que hasta ahora pueden caracterizarse en seis: La primera en el año 1771 con la Primera Revolución Industrial, la segunda en 1829 con la Época del hierro, la máquina de vapor y el ferrocarril, la tercera en 1875 época del acero y la ingeniería pesada (naval, civil, eléctrica y química), la cuarta en 1908 época del petróleo, el automóvil y la producción en serie, la quinta en 1971 con la época de la informática y las

telecomunicaciones y una sexta oleada prevista para el 20?? Con la siguiente pregunta: ¿época de biotecnología, nanotecnología, bioelectrónica y materiales a la medida?

Al revisar la caracterización de Pérez y compararla con las definiciones mencionadas sobre la Innovación tecnológica (IT), se enfatiza que las mismas han marcado épocas, como resultado de los grandes cambios tecnológicos industriales. Desde la perspectiva del autor, pueden ser entendidas como el moldeo o preparación de la ruta para el próximo cambio proveniente de la innovación.

De manera simultánea, otros investigadores mantienen la caracterización de los cambios tecnológicos como revoluciones industriales por siglo, así los expertos hablan de una cuarta revolución industrial que ha sido bautizada como Industria 4.0, Cortes T. (2017)<sup>[6]</sup> explica que esta revolución es consecuencia, de la gran integración alcanzada en la producción, la sustentabilidad, la búsqueda permanente de la satisfacción del cliente y la formación de redes inteligentes en sistemas y procesos y donde los trabajadores forman parte activa.

De donde se infiere que las revoluciones industriales son cambios que impulsan a otras transformaciones en los planos sociales, económicos, políticos, tecnológicos, construyendo a partir de aquí un escenario de calidad de vida y sustentabilidad, integrando la sustentabilidad con la innovación.

No obstante, de cara al medio ambiente, la sustentabilidad incorpora una visión de progreso a través del concepto de Desarrollo Sustentable definido por la Comisión Mundial del Ambiente y

Desarrollo de las Naciones Unidas (1987) “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro.”

De modo, que en algunos procesos industriales la exigencia de una mayor producción requerirá mayor consumo de materias primas y energía. El hecho de incurrir en un mayor consumo energético es contrario a los esfuerzos innovadores por mejorar la eficiencia energética.

En este mismo contexto, podemos agregar que además del mercado, el Estado a través de las políticas públicas puede generar las condiciones para nuevas innovaciones, así como incentivos a la industria que conducen a la exigencia de una mayor producción.

Con una relación de factores: Producción-Política Pública-Mercado-Demanda-Economía, se pone en perspectiva los efectos de la innovación industrial y su relación con la sustentabilidad.

En consecuencia, si miramos el desarrollo sustentable y la innovación, se observa el impacto de los factores mencionados convirtiéndose en un proceso cíclico.

## II. EL PROBLEMA

De acuerdo a lo mencionado en la sección anterior, hemos de reflexionar sobre uno de los mayores problemas del planeta: la emisión de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), por las industrias, trayendo en consideración las siguientes preguntas: ¿Cuál es el impacto de la innovación tecnológica en la sustentabilidad?

Agregando que con una panorámica actual que acepta el papel de la tecnología en todos los ámbitos de la vida humana, se destaca la necesidad de ampliar los

alcances de la tecnología para la sustentabilidad.

En este contexto, un estudio sobre la sustentabilidad realizado por la empresa Denkstatt (2016)<sup>171</sup> expresa que la producción de Dióxido de Carbono, continua en aumento desde el 2012 en América Latina, el Caribe, África y Asia, estas regiones fueron responsables del 5%, 4% y 63% respectivamente, a través de la producción de cemento.

Asi mismo el referido estudio, agrega que en el 2011, sólo Latinoamérica alcanzó el 4,7% sobre los 3,6 billones de toneladas de la producción global, señalando que la producción de cemento de Brasil representaba el 40% de la región.

Agregando de manera general, que el aporte de la industria del cemento en las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, es de un 5%, en el caso de la industria del Plástico el aporte es de 1,3%, en tanto que la industria Textil (9%), Alimentación (13%) y otras actividades (18%).



**Figura 1: Emisiones Mundiales de CO<sub>2</sub>**

Elaboración a partir de los datos Denkstatt (2016)

Por otra parte, aunque las cifras varían de país a país, cerca de la mitad del cemento

mundial es utilizado para hacer alrededor de 11 billones de toneladas métricas de concreto al 2012, anualmente; el resto es usado en morteros, niveles, estuco, revestimientos, estabilización del suelo y otras aplicaciones. Mahasenan, M, Smith, S. (2003)<sup>[8]</sup> Hoy, el mercado cementero está dominado por China, a quien se le atribuye el 57.3% del consumo global (Cembureau, 2013)<sup>[9]</sup>.

Para ilustrar mejor el significado de las cifras, podemos citar a Civilízate (2017)<sup>[10]</sup> quienes argumentan que entre el 50% y el 60% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, se generan en la obtención de materia prima, durante la descomposición de la piedra caliza y otros materiales calcáreos para producir clínker. Posteriormente, durante la molienda y cocción de la materia prima se genera entre el 30% y el 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles, realizada principalmente para que se alcancen las altas temperaturas necesarias en el horno y equipos asociados, el otro 10% surge del transporte y la generación de electricidad necesaria para otros procesos de la fábrica.

De igual modo, plantean que El cemento verde NO utiliza caliza (responsable de incrementar la huella del carbono).

Tomando en consideración los aspectos mencionados, se puede entender el grado de importancia que tiene analizar la actividad cementera en cada uno de los

eslabones que componen la cadena de producción y su relación con el ambiente externo e interno a esta actividad productiva para establecer claramente cómo afecta a la sustentabilidad.

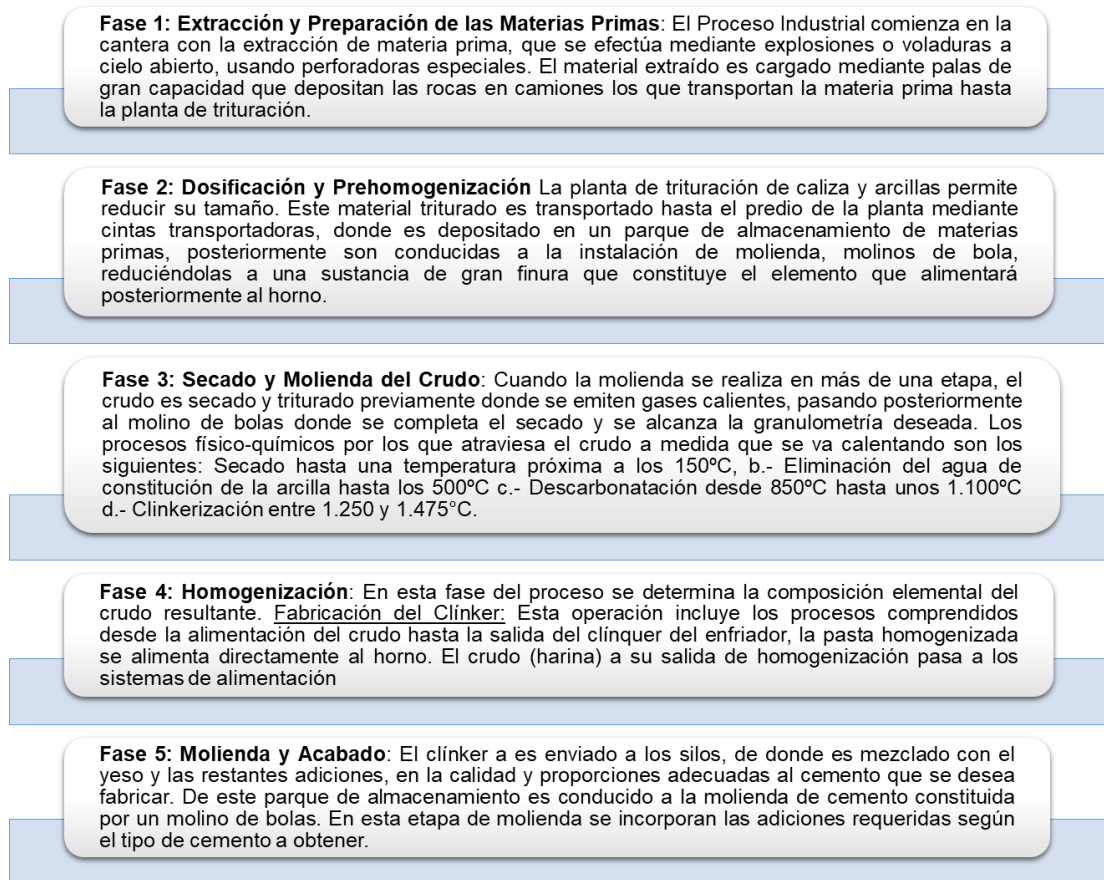
Por otra parte, para entender mejor los efectos de la actividad cementera en el ambiente, se considera necesario explicar el proceso para la obtención de cemento, en tal sentido, la indagación evidenció numerosos documentos que lo ilustran no obstante, para efectos del presente artículo se toma como referencia la expuesta en Colciencias, Colombia (2006)<sup>[11]</sup>.

### III.LA MANUFACTURA DEL CEMENTO

---

De acuerdo, a la explicación técnica el proceso de producción de cemento es un sistema energético-intensivo que necesita ser gestionado apropiadamente, para garantizar eficiencia, poder controlar las descargas al aire y el agua, los impactos de las actividades de extracción, el ruido y no menos importante, la seguridad y salud de los trabajadores.

Para comprender con mayor profundidad las especificidades tecnológicas de esta industria, se describe a continuación, el proceso productivo del cemento.



**Figura 2:** Estructura del proceso de fabricación del Cemento. Elaboración a partir de Colciencias (2006)

El producto terminado es el “cemento portland” que es transportado a silos de depósito para ser despachado en bolsas y/o granel.

A través de la figura 2 se aprecia cada paso en la cadena productiva y es donde investigadores como Imbabi, M., Carrigan, C., Mckenna, S. (2012) <sup>[12]</sup> explican que al final del proceso, por cada tonelada de Cemento Portland que se produce se requiere de 60 a 130 kg de gasolina o su equivalente, dependiendo de la variedad de cemento y los procesos utilizados, y cerca de 110 KWh de electricidad. Esto representa cerca del 40% del promedio de 0,9 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento producida, con el resto atribuido

al proceso de calcinación, y otros procesos de manufactura y transporte.

Que en otras palabras, indica que la mayoría de los subprocesos que se ejecutan incluyendo el transporte existen altas probabilidades de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Ahora bien, desde otro ámbito los efectos de esta industria, han venido cobrando importancia en la medida que las organizaciones, gobiernos, países están asumiendo la responsabilidad de generar medidas para la conservación del planeta. En este sentido, han surgido diversas organizaciones alrededor de la actividad cementera, una de ellas es la Iniciativa para la Sustentabilidad del Cemento, conocida como “The Cement

Sustainability Initiative” (CSI), implementada por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible también conocido como “World Business Council for Sustainable Development” (WBCSD). La CSI agrupa 25 productores principales de cemento, con operaciones en más de 100 países. En conjunto, estas empresas representan alrededor del 30% de la producción mundial de cemento y varían en tamaño desde grandes multinacionales a pequeños productores locales en Europa.

Por su parte la Federación Interamericana del Cemento (FICEM), representa a la gran mayoría de las empresas productoras, institutos y asociaciones de cemento en América Latina, El Caribe, España y Portugal y se encuentra en alianza con CSI para tratar en conjunto los temas relacionados con la industria y las afectaciones al ambiente. FICEM tiene instalaciones fabriles de 29 países donde operan 104 compañías productoras de cemento. De estos 29 países, 14 cuentan con organizaciones gremiales o institutos técnicos que agrupan a la industria local, los restantes 15 países carecen de estas instituciones. FICEM<sup>[13]</sup>

En este contexto, de acuerdo al informe anual FICEM (2016)<sup>[14]</sup> las cifras de la producción de cemento en latinoamerica hasta el 2015 son:

**Tabla 1: Producción de Cemento en Latinoamérica** Datos Tomados de FICEM (2016)<sup>[14]</sup>

2012	2013	2014E	2015E
<b>Miles de Toneladas</b>			
<b>178.421</b>	<b>182.736</b>	<b>186.758</b>	<b>184.167</b>

Al examinar los datos FICEM, podemos observar las siguientes variaciones

porcentuales: 2,4% respecto al 2012, 2,2% respecto al 2013, -1,3% respecto al 2014 que permiten precisar una disminución general de la producción en Latinoamérica y por ende en las emisiones para el 2015.

El mismo informe revela, que de acuerdo al último reporte de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), correspondiente al total de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, América Latina y el Caribe, participan con una baja proporción 5,2%, encontrándose que los países con mayores emisiones en la región son: Brasil (1,4%), México(1,40%), Argentina (0, 57%), Venezuela (0,48%) y Chile (0,25%), procedentes en su mayoría del uso de combustibles.

Estas cifras brindan una idea de la situación regional respecto a las emisiones.

#### IV.ESFUERZOS INNOVADORES

Con un panorama de registros e informes regionales de emisiones atmosféricas, por diferentes organismos internacionales se suman los esfuerzos innovadores y las patentes.

En este ámbito, podemos mencionar entre los grandes grupos industriales productores de cemento al grupo francés Lafarge y el grupo Suizo Holcim Ltd, quienes han realizado esfuerzos innovadores evidenciado por el registro de patentes en función de la mejora de la eficiencia energética, el aumento del uso de combustibles y materias primas alternativas y la reducción de la proporción clinker /cemento, siendo categorizadas la mayoría en el ámbito del Co-procesamiento. Para el 2015, ambas compañías se fusionaron concretando el grupo LafargeHolcim<sup>[15]</sup>

Enmarcadas en las líneas de investigación mencionadas el grupo Francés Lafarge registró 47 patentes entre el 2009-2016 y el grupo Suizo Holcim Ltd registró 164 patentes entre el 2005-2015.

Entre las que demos citar: **Lafarge:**  
 PCT Nro.: PCT/FR2010/052240,  
 Nombre: Composición para atrapar CO<sub>2</sub>, Fecha: 28.04.2011 y **Holcim Ltd:**  
 PCT Nro. PCT/IB2016/000672, Nombre: Método y dispositivo para el tratamiento y aprovechamiento de derivación polvos. Fecha: 01-12-2016.

Las referidas patentes, fueron identificadas en la base de datos de Patentscope, Latipat y google patent, durante el 2017 esto sin considerar las solicitudes de patentes que están en

tránsito. La base de datos PATENTSCOPE [16] proporciona acceso a las solicitudes internacionales del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT).

De igual manera, LATITPAT [17] es una base de datos, que tiene acceso público y gratuito para la búsqueda de información técnica en español y portugués en los documentos de patentes de América Latina y España, la figura 3 refiere un ejemplo de la presentación de una patente. Google Patents [18], es otra base de datos que identifica mediante la búsqueda personalizada de patentes en todo el mundo.

En conjunto, brindan información precisa acerca de las innovaciones existentes.

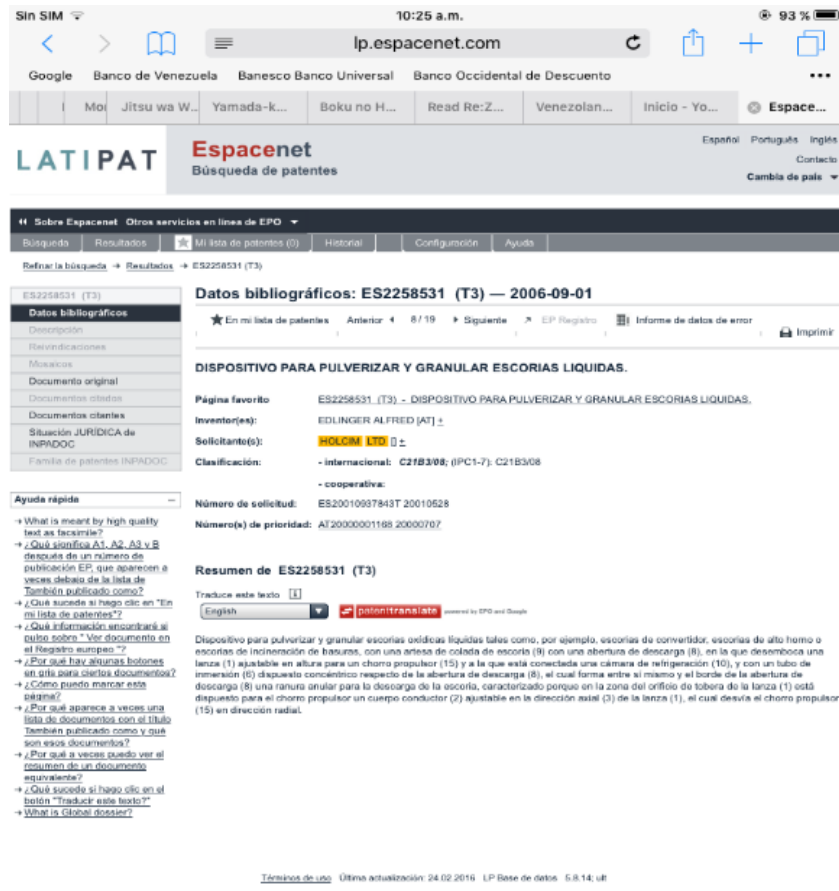
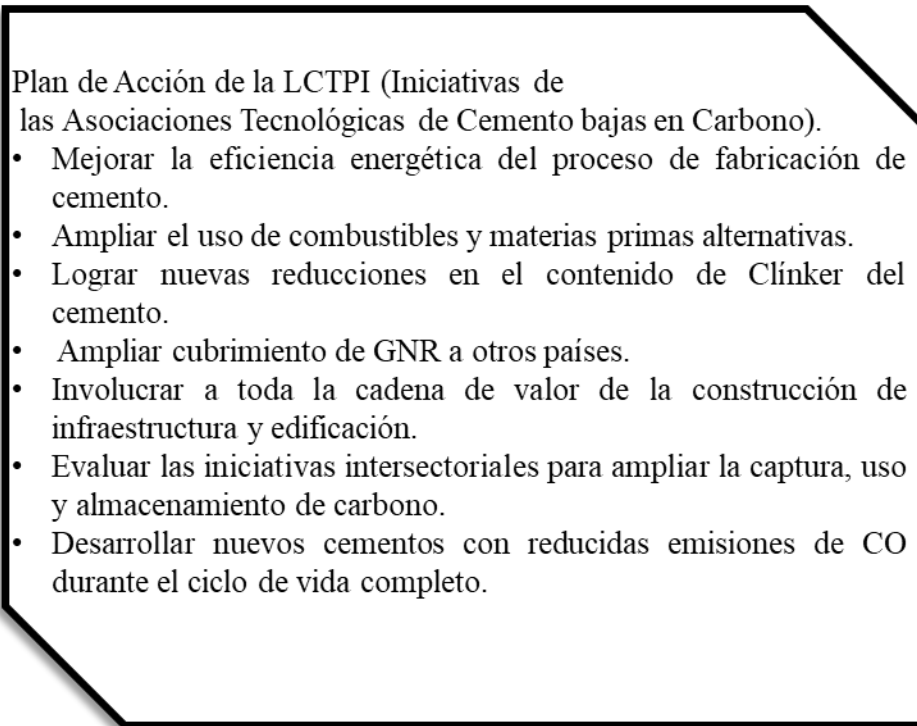


Figura 3: Ejemplo de Patente Grupo Holcim Ltd., en Latipat



Aunado a estos esfuerzos innovadores, se encuentra la organización Iniciativas de las Asociaciones Tecnológicas de Cemento bajas en Carbono o Low Carbon Technology Partnerships Initiative (LCTPI), dirigida por el Consejo Empresarial Mundial, para el Desarrollo Sostenible o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), la Red de soluciones para el desarrollo sostenible o Sustainable Development Solutions Network (SDSN), y la Agencia

Internacional de la Energía (AIE) quien busca catalizar la acción para acelerar el desarrollo de tecnologías bajas en carbono y aumentar su implementación con el objetivo de limitar el calentamiento global por debajo de los 2 grados centígrados, a través de diversos programas y enfoques, quienes han implementado el siguiente plan de acción. UNCC (2015) <sup>[19]</sup>

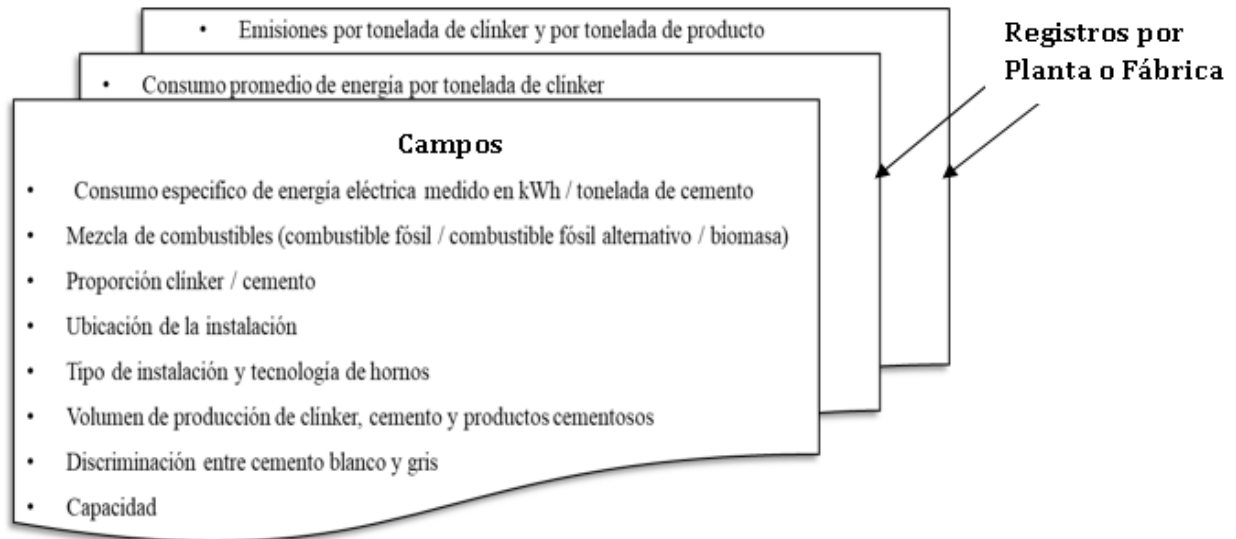


**Figura 4:** Plan de Acción de la LCTPI a partir de Ficem 2016

Se destaca de manera particular, la base de datos GNR, actualmente utilizada por las cementeras quien es administrada de forma descentralizada por estas empresas aliadas de las organizaciones CSI, FICEM, WBCSD. La base de datos cumple con las normas antimonopolio y es administrada por un proveedor independiente. Los participantes individuales únicamente tienen acceso a

reportes elaborados a partir de los datos de su propia compañía o de datos agregados del sector. La información confidencial de empresas o plantas no es divulgada, no puede ser consultada y está protegida por medidas de seguridad. WBCSD (2016) <sup>[20]</sup>

Entre los campos que definen esta base de datos se encuentran:



**Figura 5:** Representación Gráfica de Campos y registros de la base de datos GNR. Elaboración a partir de FICEM (2016) <sup>[14]</sup>

Desde una perspectiva latinoamericana y considerando el informe de FICEM (2016) <sup>[14]</sup> hemos podido conocer el comportamiento del sector. De manera particular, la tabla 1 evidencia un nivel de producción de cemento al 2015 con una puntual disminución, desde la perspectiva del autor estos resultados a pesar de verse mínimos es un avance en el esfuerzo que se viene realizando, siempre y cuando hayan sido considerados los factores que al principio de este artículo se mencionaban, debido a la dinámica de los entornos como: el estado de los mercados internacionales, las políticas públicas de la región y la situación económica de los países, con el análisis se podrá establecer verdaderamente si los esfuerzos tecnológicos han generado resultados que resulten en las variaciones porcentuales positivas o negativas mencionadas en la tabla 1. En otras palabras, realizar el análisis local y regional para determinar las repercusiones del entorno en la industria cementera, como de la industria hacia el entorno.

Ahora bien, a través de los esfuerzos innovadores y los planes mencionados, hemos logrado percibir acciones en pro de la sustentabilidad a través de la innovación tecnológica. Esto conduce a afirmar que la tecnología es un medio para lograr que las invenciones arrojen resultados positivos y

esperanzadores para la sustentabilidad del planeta.

Un ejemplo de innovación en este campo, puede ser descrito a través de la empresa Novacem, quien registró una patente que utiliza silicatos de magnesio y no emite CO<sub>2</sub>. Su proceso de producción además requiere de temperaturas mucho más bajas, sobre los 650°C. Novacem (2009) <sup>[21]</sup>

El cemento Novacem absorbe más CO<sub>2</sub> durante su ciclo de vida del que se emite. De igual manera, estiman que por cada tonelada de cemento Portland ordinario reemplazado por el cemento Novacem, alrededor de 0,75 toneladas de CO<sub>2</sub> podrían ser capturadas y almacenadas indefinidamente en los productos de construcción. Vlasopoulos, (2017) <sup>[22]</sup>

Como se ha visto hasta ahora el sector industrial otorga calidad de vida, pero también representa un peligro para la sustentabilidad del ser humano.

A juicio del autor, para superar ese efecto negativo se deben estrechar lazos entre las empresas y las universidades, a través de una política industrial y una política de ciencia y tecnología llevadas en conjunto dentro de un plan integral, colocando la protección del planeta como prioridad, asimismo las

políticas deben ser sujeto de seguimiento y evaluación, con la debida transparencia que toda gestión pública debe tener, es de esperarse cambios constantes en las metas rompiendo efectos negativos en los procesos industriales, ejemplos como el de Novacem deben ser un norte para continuar investigando.

En este marco se destaca la necesidad de innovar saliendo de los procesos básicos de la actividad por ejemplo: secado, molienda, homogeneización, acabado. Se enfatiza la necesidad de ampliar el espectro de investigación y desarrollo a toda la cadena productiva, sumando el análisis de las especificidades de las diferentes regiones, sus realidades y puntos de vista.

#### V. UNA MIRADA A LA SITUACION AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA CEMENTERA VENEZOLANA

Para el 2016, Venezuela contaba con una capacidad instalada de 11,9 millones de toneladas anuales y una producción de 6,05 millones de toneladas anuales. MPPIC (2016)<sup>[23]</sup> Lo que brinda una idea de la cantidad de posibles emisiones de CO<sub>2</sub> expulsadas a la atmosfera, considerando una capacidad ociosa cercana al 50%.

La industria nacional desde su auge y consolidación desde 1940 contó con la implementación de dispositivos para controlar las emisiones. Barrios (1962)<sup>[24]</sup> así como capacitaciones continuas, como prueba de ello se puede mencionar el curso de Medición de Chimeneas (hornos). Uso de filtros eléctricos y mecánicos para depurar el gas que sale del proceso. El programa de estos cursos contemplo la calibración de instrumentos, mantenimiento de los mismos, número de puntos para muestreo, entre otros permitiendo evaluar la efectividad del equipo usado. AVPC, (1989)<sup>[25]</sup>

En este contexto, al día de hoy se rige por el decreto 638 sobre las Normas para la Calidad del Aire y control de la contaminación atmosférica. AVPC, (1989)<sup>[26]</sup>

En este ámbito, se realizó una entrevista al director de la planta de San Sebastián,

perteneciente a la empresa Industria Venezolana del Cemento (Invecem) antigua Holcim Venezuela. Esta planta es una de las más grandes en Venezuela su capacidad instalada es de 1.3 millones de toneladas año, actualmente se encuentra en un proyecto para el aumento de esta capacidad.

Su director explicó, que hasta el 2010 un laboratorio externo iba una vez al año a la planta y hacía las mediciones en las chimeneas para cuantificarlas y compararlas con los niveles máximos establecidos en el decreto, sin embargo, estos controles anuales han disminuido su frecuencia.

Asimismo, agregó que para el control de emisiones de material particulado trabajan con filtros de mangas en las diferentes áreas operativas. No obstante, las actividades de investigación y desarrollo no se realizan por su dedicación, a cubrir la demanda nacional.

De igual manera, se realizó otra entrevista, a la directora de Talento Humano de Vencemos antigua Cemex, que junto a Holcim y Lafarge antes de la nacionalización representaban a las industrias foráneas con mayor capacidad de producción y cobertura de mercado nacional.

La directora de Gestión Humana, explicó que los cursos de adiestramiento y talleres se realizan con el apoyo de todos los empleados de la corporación cementera, es decir, que los trabajadores de Vencemos forman parte del equipo de facilitadores, en áreas operativas específicas, en su mayoría a nivel de hornos realizando innovaciones sobretodo en áreas de mecanizado debido a que no cuentan con técnicos especialistas y que los recursos financieros están dirigidos al mantenimiento.

A juicio del autor, es necesario profundizar en la situación ambiental de las cementeras, pues los hechos mencionados conducen a inferir que existen debilidades en esta área.

Por otra parte, las innovaciones pueden realizarse sin embargo, la capacitación técnica incentiva y permite cristalizar las ideas, el conocimiento a través de la preparación abre caminos para innovar con la velocidad y la forma que se desea.

El análisis de brechas y relaciones de todos los sistemas y subsistemas que conforman la industria cementera debe formar parte de la investigación para alcanzar cambios factibles en concordancia con la protección al ambiente.

El conocer estas instancias permitirá la construcción de matrices de impacto y de complejidad que conducirán a la valoración del sistema industrial dando como resultado las innovaciones a realizar.

La valoración del sistema y las innovaciones definidas son procesos que denotan la relación entre la innovación la sustentabilidad mostrando el nivel de complejidad para avanzar.

## VI. REFLEXIONES FINALES

A los fines de dar respuesta a la pregunta que motivó este trabajo ¿Cuál es el papel de la innovación tecnológica en la sustentabilidad?, La innovación tecnológica permite para mejorar la calidad de vida, no obstante el papel de la innovación debe considerar prioritariamente la protección al planeta, Desde ese marco la sustentabilidad debe ser la línea que dirija estas innovaciones.

Por otra parte, al analizar la innovación tecnológica industrial y la sustentabilidad en la industria cementera se señalan las siguientes consideraciones:

- La relación entre producción-política pública-mercado-demanda-economía-sociedad son elementos que influyen en los efectos de las innovaciones industriales, por lo tanto para establecer el rol de la innovación tecnológica industrial ocurrida en un proceso, producto u otros es necesario analizar el rol influenciador de cada uno de estos elementos.
- Los sectores industriales que contribuyen al aporte de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, es Cemento en un 5%, Plástico con 1,3%, la industria Textil (9%), Alimentación (13%) y otras actividades (18%), lo cual marca una línea de investigación, que debe

incorporar a las universidades y empresas en un trabajo conjunto.

- La tecnología es un medio para lograr que las invenciones arrojen resultados positivos y esperanzadores para la sustentabilidad del planeta. Por lo tanto, una innovación tecnológica industrial debe ser suficientemente estudiada y solo ser aceptada cuando se compruebe que es una innovación sustentable.
- Se enfatiza la necesidad de ampliar el espectro de investigación y desarrollo a toda la cadena productiva industrial, sumando el análisis de las especificidades de las diferentes regiones, sus realidades y puntos de vista.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Arocena y Sutz (2004) “Desigualdad, Desarrollo y Procesos de Aprendizaje” Nueva sociedad, ISSN 0251-3552, N°. 193 (sep. - oct.), 2004 p 47.
- [2] Manual de Bogotá (2001) “Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe” RICYT / OEA / CYTED COLCIENCIAS/OCYT Marzo 2000 pág. 30-39 Disponible en: [http://www.ricyt.org/manuales/doc\\_view/5-manual-de-bogota](http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/5-manual-de-bogota)
- [3] García, R. y Calantone, R. (2002). “A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review”. Revista Journal of Product Innovation Management, 19, 110–132. Recuperado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737678201001321>
- [4] Gavito, M. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. 152. Recuperado en: [https://ac.els-cdn.com/S1870345317301847/1-s2.0-S1870345317301847-main.pdf?\\_tid=d2fad19a-f712-11e7-a9d20000aab0f6c&acdnat=1515704768\\_4b5ddb e67540e9975a5de91b0a8d9dea](https://ac.els-cdn.com/S1870345317301847/1-s2.0-S1870345317301847-main.pdf?_tid=d2fad19a-f712-11e7-a9d20000aab0f6c&acdnat=1515704768_4b5ddb e67540e9975a5de91b0a8d9dea)
- [5] Pérez, C. (2010) “Una ventana de oportunidad para América Latina: Tecnología, recursos naturales y equidad”. Conferencia en el 50º Aniversario del CENDES Caracas 2010. Recuperado en : <http://www.carlotaperez.org/media?l=es>
- [6] Cortés T. (2017). “Los Sistemas Embebidos en la Industria 4.0”. Researchgate 2-3 Recuperado en: [https://www.researchgate.net/publication/315497294\\_Los\\_Sistemas\\_Embebidos\\_en\\_la\\_Industria\\_40](https://www.researchgate.net/publication/315497294_Los_Sistemas_Embebidos_en_la_Industria_40)

- [7] Denkstatt. (2012). Sustainability Review. Obtenido de denkstatt-group: [http://denkstatt-group.com/wp-content/uploads/2015/06/denkstatt\\_sustainability\\_review\\_2012\\_2013\\_gri\\_4.pdf](http://denkstatt-group.com/wp-content/uploads/2015/06/denkstatt_sustainability_review_2012_2013_gri_4.pdf)
- [8] Mahasenan, M., Smith, S., Humphreys, (2003) "The cement Industry and global climate change" current and potential future cement industry CO<sub>2</sub> emissions. Recuperado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080442761501574>
- [9] Cembureau (2013). "The role of cement in the 2050 low carbon economy". Revista digital 2013. Disponible en: <https://cembureau.eu/>
- [10] Civilizate, (2017). "Emisiones de carbono por parte de la industria del cemento vs. Cemento verde". n.p: Revista digital, 2017. Portal de Revista PUCP, EBSCOhost (accessed January 30, 2018).
- [11] Colciencias (2006) "Ahorro de energía en la industria del cemento" un proyecto de la unidad de planeación minero energética de Colombia (UPME) y el instituto colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. "Francisco José de Caldas" (Colciencias, 2006). Recuperado en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/cemento.pdf>
- [12] Imbabi, M., Carrigan, C., Mckenna, S. (2012). "Trends and developments in green cement and concrete technology. International Journal of Sustainable Built Environment". 1. 194–216. 10.1016/j.ijbsbe.2013.05.001. Recuperado en: [https://www.researchgate.net/publication/259172434\\_Trends\\_and\\_developments\\_in\\_green\\_cement\\_and\\_concrete\\_technology](https://www.researchgate.net/publication/259172434_Trends_and_developments_in_green_cement_and_concrete_technology)
- [13] FICEM: Portal Disponible en: <http://www.ficem.org/ficem/ique-es-ficem.html>
- [14] FICEM. (2016). "Cifras de la Industria. Revista Concreto y Cemento", (vol. 3). Disponible en: <http://www.ficem.org/ficem/ique-es-ficem.html>
- [15] AFP (2015) "Fusión de Holcim y Lafarge para crear Líder mundial de Cemento". Diario digital El Comercio en la siguiente dirección: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/fusion-de-holcim-y-lafarge.html>
- [16] PATENTSCOPE: Portal. Recuperado en: <http://www.wipo.int/patentscope/es/>.
- [17] Latipat: Portal. Recuperado en: <https://lp.espacenet.com/>.
- [18] Google Patents: Portal. Recuperado en: <https://patents.google.com/>
- [19] UNCC (2015) "Iniciativa para la sostenibilidad del cemento - Reducir las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> de la producción de cemento". Nov. 2015. Recuperado en: <http://newsroom.unfccc.int/lpaa-es/innovacion/iniciativa-para-la-sostenibilidad-del-cemento-reducir-las-emisiones-mundiales-de-co2-de-la-produccion-de-cemento/>
- [20] WBCSD (2016) Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento (CSI), "Getting the Numbers Right" (GNR). Julio 2016 Recuperado en: [www.wbcscement.org/GNR](http://www.wbcscement.org/GNR).
- [21] Novacem, (2009). "London Technology Fund invests in Novacem" 07-Aug-2009 Recuperado en: <http://www.chemeurope.com/en/news/104445/london-technology-fund-invests-in-novacem.html>
- [22] Vlasopoulos, N., (2017) "Emisiones de carbono por parte de la industria del cemento vs cemento verde" Revista Digital: Recuperado en: [revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/download/18621/18859](http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/download/18621/18859)
- [23] MPPIC (2016) Ministerio del Poder Popular para la Industria y Comercio MPPIC, consulta a la base de datos de la sala situacional del despacho del ministro. Mayo (2016).
- [24] Barrios, S. (1962) "CVF, La industria del Cemento". Material de Consulta UCV-Cendes, revisado abril-septiembre 2017.
- [25] AVPC, (1989) "Curso de Medición de Chimeneas". Revista Cemento al Día, Caracas, julio 1989. Pág. 9, año 12, Nro. 214
- [26] AVPC, (1989) "Normas para el Control de la Contaminación Atmosférica Ocasionadas por Fuente Fija" Revista Cemento al Día, Caracas, abril 1989. Pág. 10, año 12, Nro. 211.