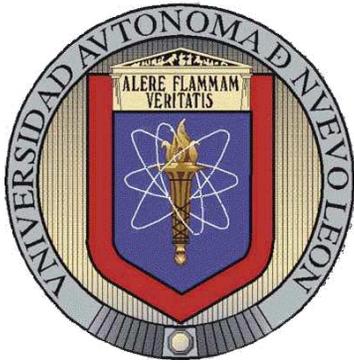


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ELEMENTOS CLAVE DE LA GESTIÓN DE TECNOLOGÍA CON IMPACTO EN
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS PLANTAS DE CEMENTO
CASO DE ESTUDIO PLANTAS DE CEMENTO**

Disertación presentada por:

Juan Carlos Solís Galván

**Como requisito parcial para obtener el grado de
Doctor en Filosofía con especialidad en Administración**

San Nicolás de los Garza N.L., México

Índice

Lista de Tablas

Lista de Figuras

Resumen

Capítulo 1. Introducción

Antecedentes	1
1.1.Planteamiento del Problema.....	2
1.1.1 Pregunta de Investigación.	5
1.2 Objetivos de la Investigación	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.	5
1.3 Justificación de la Investigación.	6
1.4 Hipótesis de la Investigación.....	6
1.4.1 Variable Dependiente.	7
1.4.2 Variables Independientes.	7
1.4.3 Modelo Gráfico Propuesto.	9
1.5 Limitaciones y delimitaciones de la Investigación.....	10

Capítulo 2. Revisión de la literatura

Introducción	11
2.1 Definiciones de Gestión de Tecnología (GT) y de conceptos básicos....	11
2.2 Modelos de GT y sus elementos	13
2.2.1 Modelo de GT de Acosta	13
2.2.2 Modelo de GT de Erosa	16
2.2.3 Modelo de GT de Khalil.....	19
2.2.4 Modelo de investigación y desarrollo(I&D) de Roussel	21
2.2.5 Modelo de GT de Gaynor	23
2.2.6 Modelo de GT de Tamhain	25
2.2.7 Modelo de GT e Innovación (GT+I) Fundación del Premio Nacional de Tecnología A.C.....	27
2.2.8 Modelo ambiental de Batelle, Teoría de Eficiencia energética para una planta cementera	30
2.3 Análisis y aportaciones de los modelos de GT analizados.....	31
2.4 Elementos claves de GT seleccionados	35

Capítulo 3. Método

Introducción	38
3.1 Diseño de la Investigación	38
3.2 Población y Tamaño de la Muestra del Estudio	39
3.3 Instrumento de Medición.....	40
3.3.1 Técnicas Estadísticas	43
3.3.2 Operacionalización de las Variables.....	44
3.4 Técnicas estadísticas propuestas.	47

Capítulo 4. Resultados	
Introducción	50
4.1 Normalidad	50
4.1.1 Gráficos de probabilidad normal.....	51
4.2 Homocedasticidad	53
4.3 Linealidad	55
4.4 Alpha de Crombach.....	57
4.5 Resumen del modelo	58
4.6 Anova.....	59
4.7 FIV y Coeficiente β	60
4.8 Histograma.....	61
4.9 Comprobación de la Hipótesis	62
Capítulo 5. Discusión	
Introducción.....	63
5.1 Interpretación del modelo de regresión lineal múltiple.....	63
5.2 Aportación al Conocimiento	65
5.3 Comentarios de las Variables de la Investigación	66
5.4 Futuras líneas de investigación	72
5.5 Lecciones aprendidas.....	74
Bibliografía	75
Apéndices.....	77

Lista de Tablas

Tablas Capitulo 2

Tabla 2.1 Elementos y tópicos del modelo de Acosta	15
Tabla 2.2 Proceso de GT del PNT+I	30

Tabla Capitulo 3

Tabla 3.1 Unidad de Análisis	40
------------------------------------	----

Tablas Capitulo 4

Tabla 4.1 Prueba de normalidad.....	51
Tabla 4.2 Prueba de homogeneidad de las varianzas	54
Tabla 4.3 Matriz de correlación parcial	56
Tabla 4.4 Alpha de Cronbach IM.....	57
Tabla 4.5 Alpha de Cronbach por variable	57
Tabla 4.6 Alpha de Cronbach total de variables	58
Tabla 4.7 Análisis multivariado del modelo	58
Tabla 4.8 ANOVA.....	59
Tabla 4.9 FIV y Coeficientes β	60

Lista de Figuras

Figuras Capitulo 1

Figura 1.1 Objetivos para disminuir la energía 2010-2050	4
Figura 1.2 Modelo gráfico propuesto de GT	9

Figuras Capitulo 2

Figura 2.1 Modelo para la Gestión de Tecnología de Acosta	16
Figura 2.2 Modelo de Gestión de Tecnología de Erosa	17
Figura 2.3 Modelo TAM (Technology Audit Model)	20
Figura 2.4 Modelo de la tercera generación de la gestión de I&D.....	22
Figura 2.5 Modelo de Gaynor	24
Figura 2.6 Modelo PNT+I.....	28

Figuras Capitulo 4

Figura 4.1 GPNX1 (Gráfica de probabilidad normal)	52
Figura 4.2 GPNX2	52
Figura 4.3 GPN X3	52
Figura 4.4 GPN X4	52
Figura 4.5 GPN X5	52
Figura 4.6 GPN X6	52
Figura 4.7 GPN X7	53
Figura 4.8 GPN X8	53
Figura 4.9 GPN Y	53
Figura 4.10 Histograma	61
Figura 4.11 Grafico de probabilidad normal- modelo de RLM	62

Resumen.

En esta investigación se analizan las plantas de cemento en cuanto a su eficiencia energética y la aplicación de elementos de Gestión de Tecnología de equipo de proceso que les ayuden a obtener un alto nivel de desempeño o eficiencia en el consumo de energía para su proceso de transformación.

Nos enfocamos a buscar una alternativa de solución por medio de la GT de equipo de proceso ante el hecho inminente de un alto consumo de energía para las plantas de cemento con la consecuente emisión entre otros gases de CO₂. Hay países que consumen hasta 160 Kwh/tonelada producida contra otros que están trabajando en niveles inferiores a 120 Kwh/tonelada, el resto es llegar a niveles inferiores a 95 Kwh/ton.

En este estudio examinamos 8 modelos de GT y se analizaron los elementos de cada uno por separado y en conjunto. Entre estos modelos analizamos 3 de México incluyendo el del Premio Nacional de Tecnología e Innovación.

Se sometió a prueba nuestra hipótesis siguiente:

H_i: Los principales elementos de la gestión de tecnología que impactan la eficiencia energética de una planta de cemento son: Plan de tecnología, Desarrollo de proveedores de tecnología, Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa, Desarrollo de competencias tecnológicas, Tecnologías desarrolladas por la empresa.

El resultado que obtuvimos fue positivo y la hipótesis aceptada.

Se diseñó un instrumento para proceder a la aplicación de las encuestas;

Nuestro tamaño de muestra de acuerdo a los cálculos fue de 39 plantas para una población definida en 66, se logró tener respuesta de 60 plantas a nivel mundial.

La variable independiente más significativa fue la de Tecnologías desarrolladas por la empresa que se correlaciona positivamente con la eficiencia energética. También la impactan positivamente: la Infraestructura tecnológica, desarrollo de proveedores de tecnología y desarrollo de competencias. En nuestro modelo la variable independiente planeación de la tecnología resultó con una correlación negativa con la eficiencia energética.

Capítulo 1. Introducción

Antecedentes

El cemento es un ingrediente básico para la industria de la construcción. Está compuesto de caliza, arcilla y aditivos minerales provenientes de una cantera normalmente cercana a la planta. Las materias primas se trituran y luego se calientan a una temperatura superior a 1000 grados centígrados en hornos rotatorios para producir clinker, posteriormente se procesa en molinos adicionando yeso y se produce un grano fino que es el cemento. Es un proceso continuo y altamente demandante de energía. La composición del costo del cemento es 29% energía, 27% materias primas, 32% mano de obra y 12 % depreciación (Lasserre, 2007).

Particularmente la energía representa casi una tercera parte del costo de producir cemento, buscar reducir los niveles de costos es un reto en cada planta de cemento que tiene consumos de hasta más de 120 Kwh/ton y la meta es llegar a los niveles de 95 Kwh/ton o menos, para ello una alternativa viable es la de buscar una mejora continua para optimizar los costos de operación a través de la tecnología de equipos de proceso.

En lo referente a la demanda de cemento a nivel mundial, en 2005 fue de 2,283 millones de toneladas, China contabilizó 1,064 MT (47% del total), la demanda esperada para el 2010 se estimó en de 2,836 MT. (Lasserre, 2007).

Un poco más del 50% de toda la producción de cemento a nivel mundial proviene de países con alto consumo de energía para producción de clinker. Existe una variación significativa en la cantidad de energía eléctrica usada para producir cemento que va desde alrededor de 100 kwh en Japón, España, India, Tailandia e Italia, hasta 160 kwh en Canadá. Ahora bien, para producir energía va implícita la generación de CO₂ (Taylor, 2006).

Lograr la eficiencia energética total y el control de emisiones son retos de las plantas cementeras y es ahí donde de acuerdo con Acosta, Turrent & González (2000), existe una de las importantes fuentes de competitividad es la Gestión de Tecnología (GT).

Por la parte ambiental, un aspecto importante del proceso en la fabricación de cemento, es la liberación de CO₂, debido a la “descarbonatación” del carbonato de calcio. Una tonelada de clinker produce en promedio 0.5 toneladas métricas y el combustible utilizado 0.3 toneladas métricas. Lo anterior constituye una variable que se debe controlar en lo que respecta a emisiones aplicando tecnologías de equipo de proceso (González, 2003). La influencia de los principales gases de efecto invernadero en el calentamiento mundial es la siguiente: CO₂: 50%, CH₄: 18%, N₂O: 6% (García, 2006).

La industria del cemento en general, aún no está en un camino sostenible en ninguna de las dimensiones de la “triple línea base”, constituida por sociedad, economía y ecología. Resulta poco realista asumir que las empresas cementeras estarán dispuestas o tendrán la capacidad de incurrir en costos significativos para atender los aspectos de sostenibilidad a menos que exista una clara razón empresarial para hacerlo, relacionada con la rentabilidad del negocio. (Fiksel, 2002).

1.1 Planteamiento del Problema

De acuerdo al Global Cement Report 2007, la demanda del cemento en China continuará dominando la fuerza global del cemento por varios años más, mientras tanto, India se consolidó como la segunda nación de mayor nivel de consumo de cemento, mientras que Estados Unidos obtuvo el tercer lugar a nivel mundial y Japón el cuarto.

Respecto a la eficiencia en el consumo total de energía utilizada para la transformación de las materias primas, las plantas cementeras a nivel mundial y particularmente en México enfrentan el reto de mejorar su eficiencia de consumo energético total. Los equipos y la tecnología de los mismos varían de planta a planta y se requiere inversión y gestión del proceso para lograr una consolidación de largo plazo, una opción importante es incorporar la GT de equipo de proceso.

Los consumos energéticos para producir una tonelada de clinker están en un rango de 3.0 Gigajoules a 4.5 Gigajoules al 2004, pero provienen de un nivel de 5.5 Gigajoules desde 1990.

Para tener una idea del orden de magnitud, en el año 2006 se produjeron 2,550 millones de toneladas métricas de cemento, que requirieron 2,422 millones de toneladas de clinker. Lo anterior nos da una idea de la magnitud de la energía que se requiere para transformar estos materiales (Energy Indicators, IEA, 2008).

El rango de consumo de energía eléctrica de acuerdo al Roadmap 2009, están entre 89 y 130 Kwh/ton de cemento. Se plantea aquí el reto de reducir estos consumos utilizando diferentes estrategias, para nuestra investigación en particular, nos interesa la aplicación de de la tecnología de equipos de proceso más eficiente.

En la siguiente figura podemos observar que para disminuir el consumo de energía, se requiere una visión a largo plazo, tal y como lo indica la siguiente gráfica (Cement Sustainability Initiative, 2010)

Figura 1.1 Objetivos para disminuir la intensidad de energía 2010 - 2050



La producción global de cemento se incrementó en un 54% del año 2000 al 2006 (USGS 2008), las emisiones absolutas de CO₂ se incrementaron en un 42 % (560 Mt) alcanzando 1.88 Gt₂ en el 2006 (IEA). Este crecimiento no puede continuar indefinidamente aún y con el crecimiento de la demanda de cemento y de concreto tecnológicamente deben buscarse alternativas para reducir las emisiones de CO₂ por tonelada de producto. (Cement Technology Roadmap 2009).

La presente investigación deriva de la necesidad de las plantas cementeras de reducir sus altos consumos de energía y emisiones de CO₂ al medio ambiente, considerando como alternativa la aplicación de la GT de equipos de proceso, debido a que estos últimos y su tecnología, son factores de alta contribución a la solución del consumo de energía y es importante considerar la sistematización de la GT para lograr resultados de corto y largo plazo.

1.1.1 Pregunta de Investigación.

Los altos consumos de energía para producir cemento no son sostenibles en el largo plazo y es por ello que debemos generar opciones para producir una tonelada de cemento con menos de 100 Kwh/ton.

De acuerdo a la literatura consultada y considerando la GT como una alternativa para buscar reducir los consumos de energía para producir cemento, se plantea como pregunta central de investigación:

¿Cuáles son los elementos de la GT de equipo de proceso que impactan la eficiencia energética de una planta cementera?

1.2 Objetivos de la Investigación.

1.2.1 Objetivo General.

Identificar cuáles son las variables críticas de la GT de equipo de proceso que impactan en la eficiencia energética de una planta cementera.

1.2.2 Objetivos Específicos.

1. Identificar las variables críticas de la GT que impactan en la eficiencia energética de las plantas cementeras.
2. Analizar los resultados de la información proporcionada por los participantes en la encuesta a través del instrumento de medición.
3. Medir el impacto de las variables independientes sobre la eficiencia energética de una planta de cemento, aplicando el análisis multivariante.

1.3 Justificación de la Investigación

Esta investigación se enfocó a la importancia de conocer los elementos clave de GT de equipo de proceso que sirvan a las plantas cementeras para lograr reducir sus altos consumos de energía y sus niveles de emisiones a la atmósfera.

Se ha encontrado poca literatura e investigaciones relativas a plantas cementeras mexicanas, donde se pudiera encontrar cuáles son los elementos de GT y ambientales que se estén aplicando, así como sus resultados en términos de eficiencia energética.

De acuerdo a los modelos analizados de GT generales, encontramos que cada modelo revisado se planteó desde un punto de vista general con enfoque a desarrollo de nuevos productos y no especifica la GT de equipo de proceso. No se tiene un modelo que integre todos los elementos y que haya probado su impacto en las plantas cementeras. Esta investigación ayudará a determinar las variables clave de GT así como su impacto en la eficiencia energética de las plantas cementeras.

1.4 Hipótesis de la Investigación

H₀: Los principales elementos de la gestión de tecnología que impactan la eficiencia energética de una planta de cemento son: Plan de Tecnología, Innovación, Desarrollo de proveedores de Tecnología, Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa, Desarrollo de competencias, Entrenamiento de expertos y Tecnologías desarrolladas por la empresa. También deberá incluir las variables con impacto ambiental: Emisiones de CO₂, Desperdicio y reciclaje.

H_i: Los principales elementos de la gestión de tecnología que impactan la eficiencia energética de una planta de cemento son: Plan de tecnología, Desarrollo de proveedores de tecnología, Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa, Desarrollo de competencias tecnológicas, Tecnologías desarrolladas por la empresa.

X1 (plan de tecnología):	Beta 1 < 0
X2 (innovación):	Beta 2 = 0
X3 (desarrollo de proveedores de tecnología):	Beta 3 > 0
X4 (infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa):	Beta 4 > 0
X5 (desarrollo de competencias):	Beta 5 > 0
X6 (entrenamiento de expertos):	Beta 6 = 0
X7 (tecnologías desarrolladas):	Beta 7 > 0
X8 (variable ambiental):	Beta 8 = 0

1.4.1 Variable Dependiente.

Y: Eficiencia energética de planta de cemento. Medida como la energía total consumida en Kwh o Mega joules por toneladas de cemento producidas. Se considera la conservación de recursos por el uso de menos energía total, tanto en cantera como en planta.

1.4.2 Variables Independientes

X₁: EL PLAN DE TECNOLOGÍA

Representa la base fundamental para conocer si se cuenta con un plan de tecnología, si la implementación de un plan de tecnología, ha disminuido en corto plazo el uso de la energía térmica y energía eléctrica, si la infraestructura de la planta cumple con las necesidades del mercado.

X₂: La INNOVACION

Representa en términos de los elementos clave de la GT la importancia de invertir en la investigación y desarrollo un porcentaje de las ventas así como en hacer mejoras tecnológicas a los procesos existentes buscando optimizar el uso de la energía y los combustibles asociados. La Generación de patentes nacionales e internacionales es un indicador de los productos logrados en la innovación.

X₃: EL DESARROLLO DE PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA

Representa las asociaciones que permitan a la empresa lograr resultados por medio de alianzas con proveedores incrementando el beneficio para ambos buscando optimizar las líneas de proceso y reducir los consumos de energía o maximizar sus resultados.

X₄: La INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DESARROLLADA POR LA EMPRESA

Representa instalaciones y equipos para que con los esfuerzos internos, los resultados se reflejen en el porcentaje de equipos remodelados o reemplazados con nueva tecnología, en el mismo sentido efectuar reuniones internas para verificar si se pueden aplicar alternativas tecnológicas a los procesos existentes.

X₅: EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Representa el capital intelectual interno para lograr las mejoras tecnológicas como parte de un proceso de mejora continua, el número de personas capacitado y los programas de desarrollo de competencias forman parte de esta estrategia.

X₆: EL ENTRENAMIENTO DE EXPERTOS

Representa el fundamento teórico y se contabilizan las horas de entrenamiento en temas de tecnología aplicada.

X₇: Las TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS

Internamente representan el producto del esfuerzo de la empresa y deben impactar los resultados para medirse en cuantos nuevos procesos o nuevas tecnologías se han implementado.

X₈: La VARIABLE AMBIENTAL

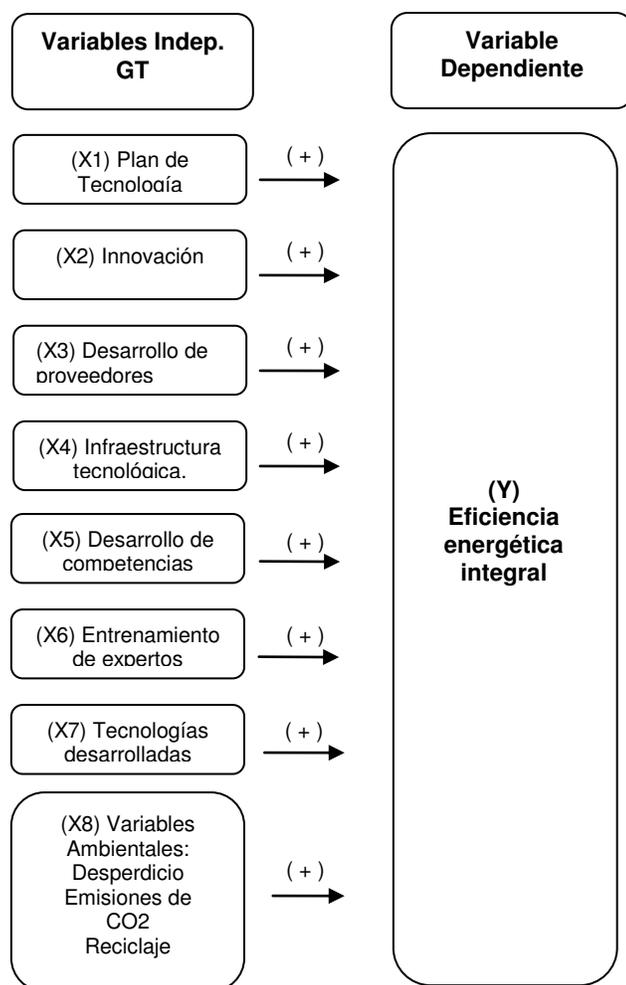
Es en un modelo de GT el reflejo de la responsabilidad social corporativa y de empresa, se incluye la medición del porcentaje del desperdicio actual en comparación con el que se disponía antes de aplicar la GT, , los kilogramos de CO₂ por tonelada de cemento que esta emitiendo la planta. Así mismo es importante medir el porcentaje de sustitución de

combustible con el que trabaja la planta y el porcentaje de sustitución materias primas, cual es la eficiencia térmica que se obtiene de su combustible.

1.4.3 Modelo gráfico propuesto

Como resultado de la revisión de la literatura se presenta el modelo gráfico, con el cual se pretende medir el impacto de las variables independientes sobre la variable dependiente.

Figura 1.2 Modelo gráfico propuesto de GT.



1.5 Limitaciones y delimitaciones de la Investigación

1. Límite temporal. La investigación está planeada para llevarse a cabo en tiempo actual, con una presentación de resultados como máximo de cuatro años.
2. Delimitación espacial. En la investigación está considerada la participación de las plantas cementeras a nivel mundial que tienen un alto nivel de uso de tecnología de equipo de proceso y que pertenecen a una corporación global.
3. Delimitación demográfica. Los participantes que se contemplan en la investigación, son Directores de planta y/o Directores técnicos de plantas cementeras.
4. Delimitación analítica. El tipo de investigación es no experimental, transeccional.
5. Delimitación teórica. Se pretende el límite social y técnico, cuya participación de las empresas se busca su opinión con respecto a su experiencia en la aplicación de la Gestión de tecnología de equipo de proceso.

CAPITULO 2.- Revisión de la literatura

En este capítulo se presentan definiciones, referencias conceptuales y soporte teórico relacionadas con la Gestión de Tecnología (GT), enfocada al equipo de proceso, así como los modelos de Gestión de Tecnología y sus elementos clave de interés en nuestra investigación, la cual está dirigida a la gestión de tecnología de equipos de proceso de la industria cementera.

Nuestra base de información referencial incluye los conceptos de la Asociación Internacional de Gestión de Tecnología (IAMOT por sus siglas en inglés) y de el Premio Nacional de Tecnología e Innovación de México (PNTi).

2.1 Definiciones de Gestión de Tecnología (GT) y de conceptos básicos

Gestión de tecnología: campo interdisciplinario, que combina la ciencia y la ingeniería con la gestión del conocimiento y la práctica, incorporándolo a los modelos de empresa (Mezher, et al.,2006).

Tecnología: se define como el conocimiento, productos, procesos, herramientas, métodos y sistemas empleados para crear bienes y proveer servicios. En términos simples, la tecnología es la vía a través de la cual hacemos las cosas y la GT, es la clave para la competitividad y creación de bienestar (Khalil, 2000).

Dentro de nuestra investigación incluimos los modelos representativos de GT y sus elementos, con el fin de identificar cuáles de ellos son clave para la GT. En 1987 el National Research Council Report (NRCR) menciona que, la Gestión de Tecnología se define como: “el enlace entre las disciplinas de Ingeniería, Ciencia y Gestión para dirigir los asuntos relacionados con la Planeación, Desarrollo e Implantación de Capacidades Tecnológicas, para llevar a cabo los objetivos estratégicos y operacionales de una organización”.

A nivel Gobierno y Naciones, la Gestión de Tecnología desde una perspectiva macro se define como: el campo del conocimiento concerniente al establecimiento e implementación de políticas para lograr desarrollo tecnológico y su utilización, el impacto de la tecnología en la sociedad, organizaciones, individuos y naturaleza. Esto ayuda a estimular la innovación, crear crecimiento económico y promover el uso responsable de tecnología para el beneficio de la humanidad. (Khalil, 1993).

La norma Mexicana PROY-NMX-R-052-SCFI-2006 establece que la Gestión de la tecnología es el conjunto de proceso, métodos y técnicas que actúan sobre la planeación, el desarrollo, control, integración y capitalización de los recursos, conocimientos, habilidades y actividades tecnológicas con el propósito de elevar la posición competitiva de la organización.

Según la Guía de Participación 2011 del Premio Nacional de Tecnología e Innovación (PNTi) de México la gestión de tecnología se puede definir como: el conjunto de funciones, procesos, métodos y técnicas que utiliza una organización para conocer, planear, desarrollar, controlar e integrar sus recursos y actividades tecnológicas de manera organizada, de tal forma que apoyen el logro de sus objetivos estratégicos y operacionales.

Ahora bien, según el PNTi, a la GT se le concibe como el conjunto de procesos o actividades de administración que se emplean con la finalidad de asegurar que la tecnología se use de forma adecuada para el logro de los objetivos de la organización y, de manera especial, para aumentar sus ventajas competitivas.

Debido al enfoque de nuestra investigación hacia la determinación de los elementos clave de la GT de equipos de proceso en la industria del cemento, considerando en términos simples, que la tecnología es la vía de cómo hacemos las cosas y, la GT, es la clave para la competitividad y creación de bienestar (Khalil, 2000), por ello esta es nuestra principal referencia.

2.2 Modelos de Gestión de Tecnología (GT) y sus elementos.

A continuación se proporciona la información de los modelos analizados y sus elementos, de los cuales se nutre nuestra investigación y son la base fundamental del modelo de GT propuesto.

2.2.1 Modelo de GT de Acosta et al., 2000.

Este modelo fue diseñado para un grupo de empresas manufactureras mexicanas, es producto de la investigación teórica, a través del desarrollo y relación de elementos, con el fin producir ventajas tecnológicas. Está enfocado a la generación de valor, contribuyendo a ampliar una cultura de creatividad e innovación en la empresa, permitiendo que las decisiones sean tomadas en todos los niveles de una manera simple y soportando el desarrollo de capital intelectual de la empresa.

DISEÑO DEL MODELO

Para desarrollar el modelo, se establecieron los siguientes pasos:

- 1.- Definir las directrices en las que se basaría el desarrollo del modelo.
- 2.- Establecer los elementos y tópicos del modelo.
- 3.- Integrar el modelo de GT

Las 9 Directrices aplicadas fueron:

1. Creación de valor
2. Crecimiento e innovación
3. Liderazgo
4. Pensamiento sistemático
5. Soporte y reconocimiento de personal
6. Planeación y visión a largo plazo
7. Uso efectivo de la información
8. Perspectiva estratégica basada en el mercado

9. Patrimonio tecnológico

Los 9 elementos de la GT de Acosta y sus tópicos son (ver Tabla 2.1):

Estrategia en Tecnología. Evaluación, Prospectiva, selección de tecnologías clave, Políticas y objetivos tecnológicos, Planeación de la tecnología.

Liderazgo en Tecnología. Cultura tecnológica, Crecimiento adecuado y enfoque a la creación de valor, nuevas oportunidades de negocio, tecnologías con responsabilidad social.

Innovación. Innovaciones tecnológicas, clientes y sus oportunidades de mercado, productos y servicios, soporte de proveedores, competidores.

Portafolio de proyectos tecnológicos. Desarrollo de tecnología, asimilación de tecnología y transferencia de tecnología.

Outsourcing. Enlaces internos y externos, alianzas estratégicas, desarrollo de proveedores.

Patrimonio tecnológico. Capital intelectual, Identificación de tecnologías en la compañía, Infraestructura tecnológica.

Recursos humanos. Entrenamiento de expertos y competencias tecnológicas, comunidad tecnológica, vinculadores, Sistema de recursos humanos.

Resultados. Evaluación de resultados tecnológicos, de innovación tecnológica, creación de valor, contribución al patrimonio tecnológico.

Proceso de auditoría en tecnología. Seguimiento de la posición tecnológica, evaluación del proceso tecnológico.

Tabla 2.1 Elementos y tópicos del modelo de Acosta

ELEMENTOS	TOPICOS				
1. ESTRATEGIA TECNOLÓGICA	1.1 Evaluación Tecnológica	1.2 Prospectiva Tecnológica	1.3 Selección de Tecnologías Clave	1.4 Políticas Tecnológicas y Objetivos Tecnológicos	1.5 Planeación de la Tecnología
2. LIDERAZGO EN TECNOLOGÍA	2.1 Cultura tecnológica	2.2 Crecimiento adecuado y enfoque a la creación de valor	2.3 Enfoque hacia nuevas oportunidades de negocios	2.4 Tecnologías con responsabilidad social	
3. INNOVACIÓN	3.1 Innovaciones tecnológicas	3.2 Clientes y sus oportunidades de mercado	3.3 Productos y servicios	3.4 Soporte de proveedores	3.5 Competidores
4. OUTSOURCING	4.1 Enlaces Internos y Externos	4.2 Alianzas estratégicas	4.3 Desarrollo de proveedores		
5. PORTAFOLIO DE PROYECTOS TECNOLÓGICOS	5.1 Desarrollo de tecnología	5.2 Asimilación de tecnología	5.3 Transferencia tecnológica		
6. PATRIMONIO TECNOLÓGICO	6.1 Capital Intelectual	6.2 Identificación de las tecnologías en la Compañía	6.3 Infraestructura Tecnológica		
7. RECURSOS HUMANOS	7.1 Entrenamiento de expertos y competencias tecnológicas	7.2 Comunidad tecnológica	7.3 Gatekeepers	7.4 Sistemas de recursos humanos	
8. RESULTADOS	8.1 Evaluación de resultados de la tecnología	8.2 Evaluación de la Innovación tecnológica	8.3 Creaciones de valor	8.4 Contribución al Patrimonio tecnológico	
9. PROCESO DE AUDITORÍA TECNOLÓGICA	9.1 Seguimiento de la posición tecnológica	9.2 Evaluación del Proceso tecnológico			

Se plantea un modelo representado por tres bloques (fig. 2.1):

- El primer bloque se refiere al ambiente competitivo.
- El segundo bloque está formado por el Modelo de Negocios.
- El tercer bloque lo integran el Liderazgo, la Creatividad y la Innovación, quedando dentro de este bloque la Estrategia Tecnológica.

Los elementos de la empresa, tal y como lo son el personal, patrimonio, recursos externos, desarrollo y portafolio de proyectos, son el centro del triángulo soportado, por la estrategia tecnológica y dirigida hacia la generación de valor económico agregado “EVA” por sus siglas en inglés.

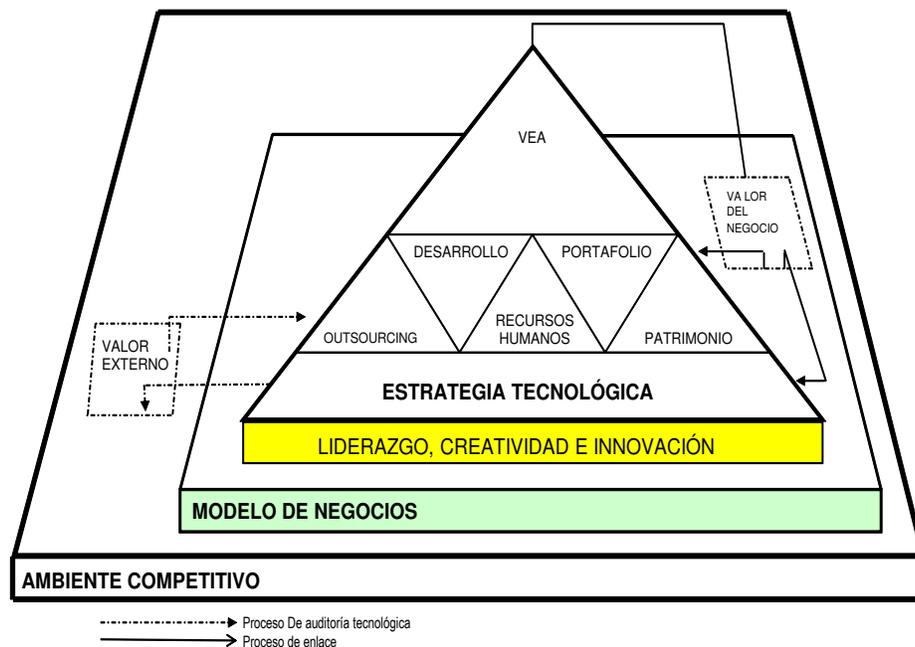


FIGURA 2.1: MODELO PARA LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA (Fuente, Acosta 2006)

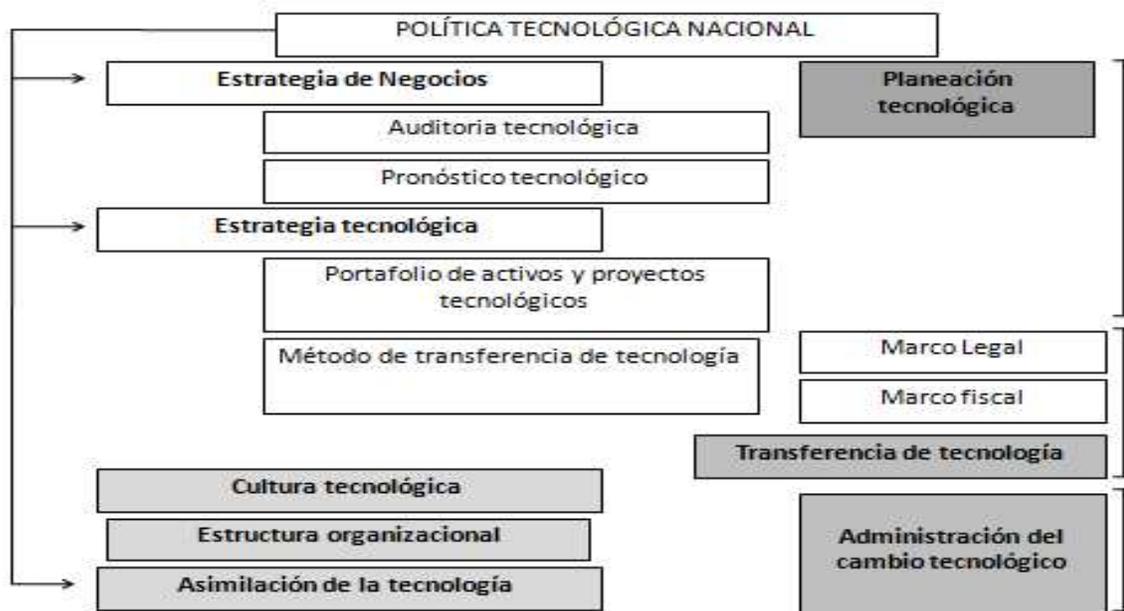
2.2.2 Modelo de GT de Erosa (Erosa y Arroyo, 2007).

El Modelo de Erosa (fig 2.2) , tiene como objetivo hacer una representación clara y práctica de la planeación tecnológica, la transferencia de tecnología y la administración del cambio tecnológico, mostrando las relaciones entre los componentes principales del proceso de GT. Desde la perspectiva de la empresa, considera a la tecnología como factor de competitividad y su Modelo de GT, está dirigido a las empresas de México.

El punto de inicio del proceso de GT es la identificación de las estrategias de negocio que ha definido la organización, para enfrentar su ambiente de negocios. En esta fase del modelo se plantea la relación entre negocios, tecnología y competitividad. Cada organización tiene su conjunto de estrategias de negocios y en consecuencia también puede tener su propio modelo de GT.

Establece que el proceso de GT es dinámico y continuo, el cambio en un componente requiere cambiar o ajustar los demás, sin embargo, este proceso tiene la habilidad de manejar en forma concurrente alguna de sus etapas.

Figura 2.2 Modelo de Gestión de Tecnología de Erosa. (Fuente, Erosa y Arroyo 2007)



Los elementos del Modelo de la GT de Erosa y sus tópicos son:

La planeación tecnológica: que se orienta al diseño de estrategias tecnológicas y a la cuantificación de recursos para su instrumentación. La planeación tecnológica involucra los siguientes elementos:

- Estrategia de Negocio, que incluye la Auditoría Tecnológica y el Pronóstico Tecnológico.
- Estrategia Tecnológica: define la alineación con las metas y objetivos de la organización.

Transferencia de tecnología: Se establecen los estándares básicos de operatividad y los recursos requeridos. Es necesario tomar en cuenta dos aspectos muy importantes,

cómo lo son: el marco fiscal y el marco legal en el cual se ha de desarrollar el modelo tecnológico que se pretende instaurar.

Administración del Cambio Tecnológico abarca tres tópicos que son:

- Cultura Tecnológica.
- Estructura organizacional.
- Asimilación de la tecnología.

Erosa nos establece en su modelo, que para el desarrollo de los anteriores elementos, es importante tomar en cuenta la Política Tecnológica Nacional, definiéndose como: Las condiciones que establecen los países para la protección de la competitividad y operatividad de sus empresas. Este modelo de GT inicia con la realización de una auditoría tecnológica, para identificar la situación y las condiciones prevalecientes para el soporte de la estrategia de negocios.

El siguiente paso es definir la estrategia tecnológica, para continuar con la configuración del portafolio tecnológico, apoyado en el pronóstico tecnológico. El documento resultante es el plan tecnológico de la organización, con su consiguiente determinación de recursos requeridos.

La siguiente etapa es la selección del método de transferencia a la organización, y el análisis de las condiciones legales que la circunscriben. Esta etapa implica la administración del cambio que trae consigo la asimilación de la tecnología para la empresa, en particular a la cultura organizacional prevaleciente y a las estructuras organizacionales.

De acuerdo con Erosa, la forma en que se administra la tecnología sirve para apoyar la competitividad y en ocasiones la sobrevivencia de las organizaciones. Por esta razón, en países como México, las empresas que califican para el Premio Nacional de Tecnología deben mostrar evidencia del modelo de GT que aplican, lo cual implica que

están haciendo un uso racional del recurso tecnológico con miras a su optimización en el contexto de negocios.

2.2.3. Modelo de GT de Khalil (Khalil, 2000).

El Dr. Khalil, fundador del IAMOT (International Association of Management Of Technology), en el año 2000, en su publicación “MOT The key to competitiveness and wealth creation” (Gestión de Tecnología. La clave de la competitividad y de la creación de riqueza.), considera a la Tecnología como el conjunto de: conocimientos, productos, procesos, herramientas, métodos y sistemas empleados en la creación de bienes o prestación de servicios, es el núcleo de la creación de riqueza del sistema que sólo puede prosperar con la presencia de factores tales como la inversión de capital, mano de obra, recursos naturales y las políticas públicas. "La Gestión de la tecnología implica la gestión de los sistemas que permiten la creación, adquisición y la explotación de la tecnología".

Dentro de sus publicaciones relacionadas con la GT, es de interés para nuestra investigación el modelo de auditoría tecnológica denominado Technology Audit Model (TAM), publicado por García Arreola (1996), un colaborador de su línea de pensamiento de GT, a quien es importante considerar dadas las aplicaciones que ha tenido a nivel empresas en USA y en otros países como Líbano y China.

El modelo TAM (Fig. 2.3) tiene como objetivo determinar el estatus tecnológico de una organización de productos o servicios por medio de la aplicación de un instrumento denominado Technology Audit Model (TAM) para medir la percepción sobre GT.

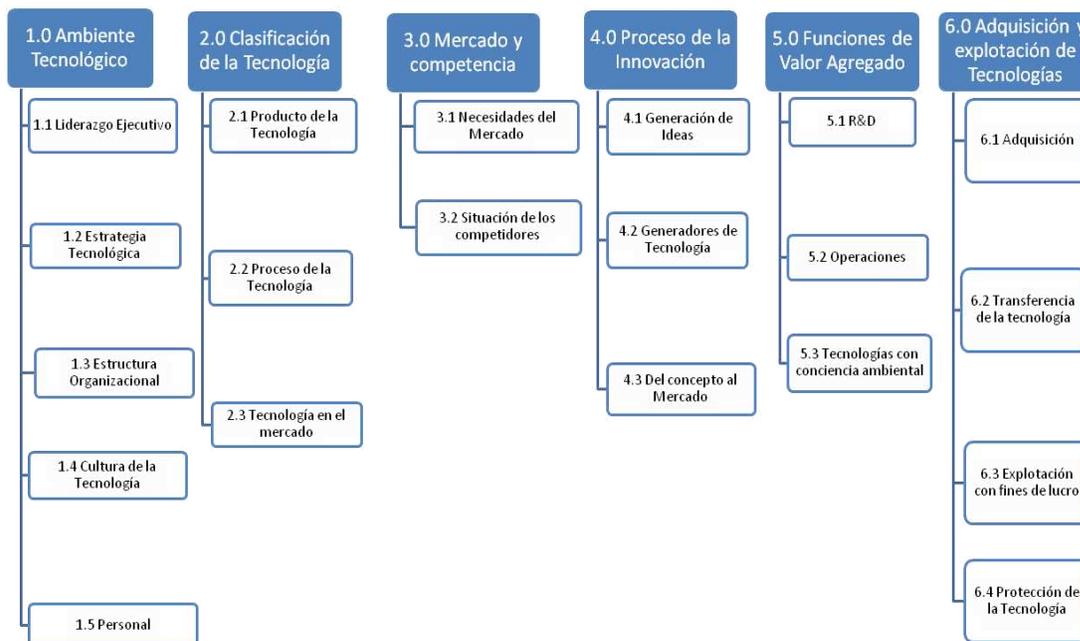
El modelo se basa en seis categorías que son:

- 1.- Ambiente tecnológico.
- 2.- Categorización de tecnologías.
- 3.- Mercados y competidores.
- 4.- Proceso de innovación.

5.- Funciones de valor agregado.

6.- Adquisición y explotación de tecnología.

Figura 2.3: Modelo TAM (Fuente, García Arreola)



El modelo funciona dirigiendo los siguientes 12 propósitos:

- 1.- Analizar las tecnologías internas de la empresa.
- 2.- Identificar tecnologías externas y básicas.
- 3.- Identificar brechas tecnológicas.
- 4.- Revisar la ciencia y tecnología que mueve a los mercados.
- 5.- Establecer si el proceso de innovación tiene en cuenta la ciencia de mover el mercado.
- 6.- Revisar el tiempo de comercialización. Identificar restricciones en el proceso.
- 7.- Revisar la estrategia de I&D

- 8.- Revisar la consistencia entre tecnologías clave, I&D y mercadotecnia.
- 9.- Buscar la evidencia de mejora continua en manufactura.
- 10.- Analizar el hecho de asociarse con personas o empresas.
- 11.- Revisar los procedimientos de transferencia de tecnología.
- 12.- Analizar la estructura corporativa.

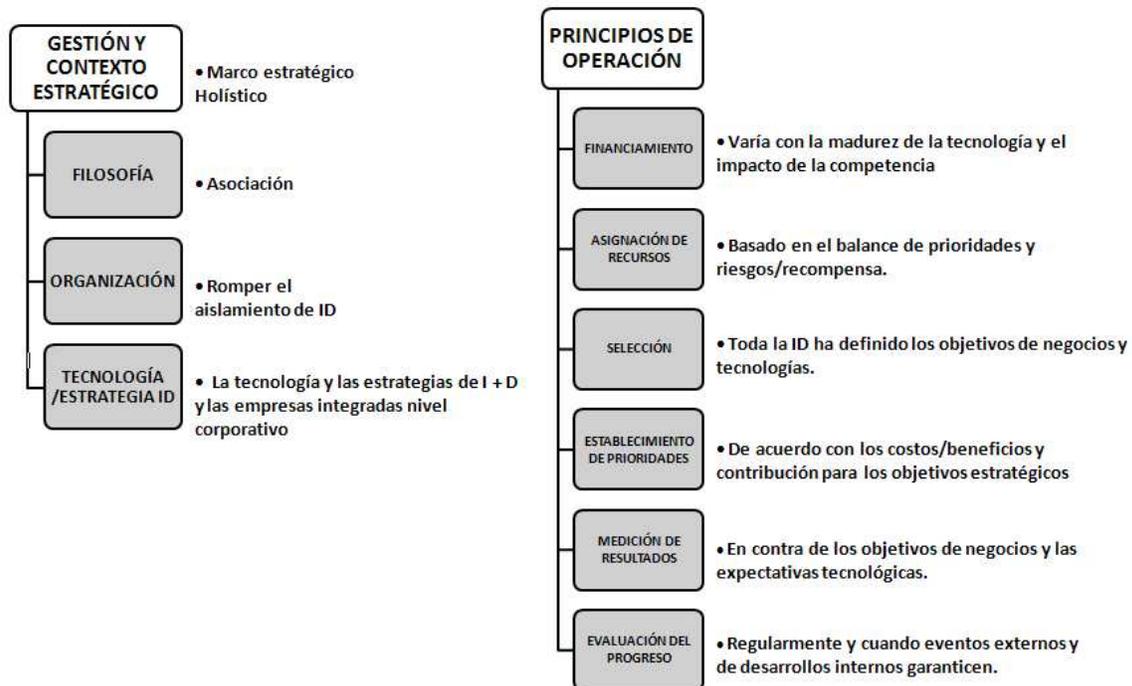
2.2.4. Modelo de Investigación y Desarrollo (I&D) de Roussel (Fuente, Roussel, 1991).

La tercera generación de I&D publicada por Roussel en 1991

El Modelo establece los elementos de éxito, dentro de las estrategias tecnológicas del negocio, con un enfoque a los clientes y el mercado, los cuales son: Gestión Corporativa, I&D, Gestión Financiera, Recursos Humanos, Aspectos legales, Manufactura, Ventas y Mercadotecnia, Gestión de negocio.

Dentro de los componentes anteriores se tienen elementos relacionados con la Gestión de Tecnología y ellos son: Plan de Tecnología, Innovación, Desarrollo de proveedores de Tecnología, Desarrollo de competencias, Entrenamiento de expertos.

Figura 2.4: Modelo de la tercera generación de la gestión de I&D (Fuente, Roussel 1991)



Principios de Operación

La tercera generación establece niveles, para el corto, mediano y largo plazo, necesarios para los negocios y la corporación. Se propone un espacio estratégico, para investigación y desarrollo en tecnologías emergentes y jóvenes, de tal manera que la gestión de la tercera generación va dirigida a todos los niveles de la corporación y divisionales.

Las compañías que operan a nivel de la tercera generación de la Gestión de I&D, tienen una asignación de recursos principal para I&D radical, que requiere un balance estratégico entre proyectos prioritarios y tecnologías para todas las necesidades y oportunidades de los negocios y la corporación.

Un proyecto de I&D incremental para mejorar la eficiencia de proceso a corto plazo en un negocio A puede ser más o menos digno que un proyecto de I&D radical para brindar un nuevo producto en el mediano plazo en un negocio B.

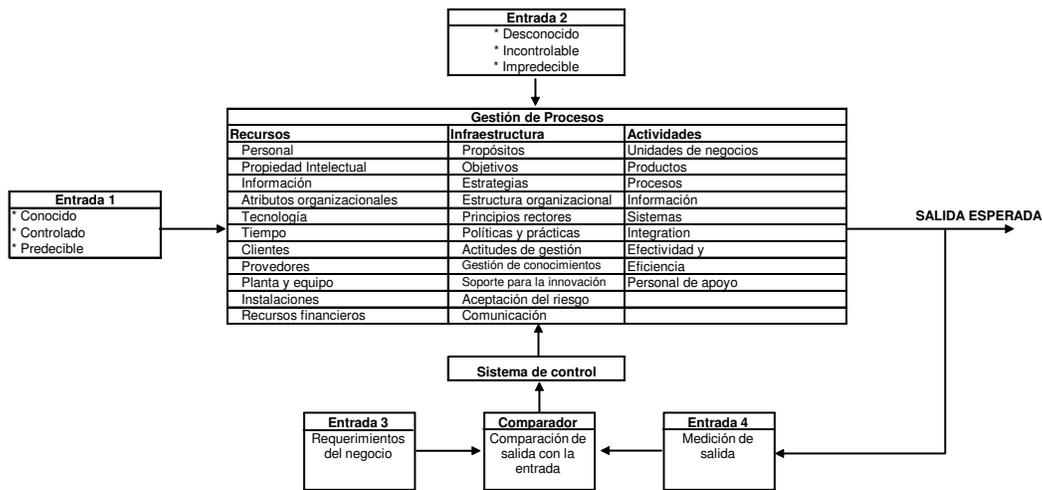
La gestión de la tercera generación toma una perspectiva corporativa. Esto es, que no solamente evalúa los reconocimientos directos de cada proyecto, sino que es el trampolín potencial para sus negocios, mientras que la corporación es la forma de salida potencial, sinergia tecnológica y construcción del conocimiento.

Finalmente, la gestión de la tercera generación trabaja fuerte para mantener flexibilidad en los recursos internos. Esto se logra fomentando el uso de enfoques multidisciplinarios, haciendo un máximo uso de recursos externos, y considerando siempre la alternativa de comprar antes que pensar en invertir internamente.

2.2.5. Modelo de GT de Gaynor (Gaynor, 1996).

El autor del manual de GT Gaynor, publicado en 1996, dentro de los elementos de un modelo basado en recursos, infraestructura y actividades incluye los siguientes elementos de nuestro interés en su proceso de GT (fig 2.5): Propiedad intelectual, Plan de Tecnología, Desarrollo de proveedores de Tecnología, Desarrollo de competencias, Entrenamiento de expertos y Soporte para la Innovación.

Fig. 2.5 Modelo de Gaynor



Modelo de proceso de Gestión de tecnología de Gaynor, como un proceso de producción típico (Fuente Gaynor, 1996)

Descripción del Modelo de Gaynor

El proceso de gestión, incluye tres componentes: recursos, infraestructura y actividades. La integración de estos tres componentes forma la base de gestión de tecnología. Estos componentes son independientes.

Una revisión de esta amplia base de componentes reconoce que pueden subdividirse en muchos subcomponentes, cada uno de ellos afecta al otro, y cada uno es afectado por otro. Esta interacción puede tener, tanto resultados negativos, como positivos.

Recursos

Personal, Propiedad intelectual, Información, Atributos organizacionales, Tecnología, Tiempo, Clientes, Proveedores, Planta y equipo, Instalaciones y Recursos financieros.

Las personas representan lo más intangible o el elemento subjetivo. La cantidad de variables que puede aplicarse a una persona, limita nuestra habilidad para cuantificar no

sólo sus habilidades, experiencia y competencia, sino también las otras características humanas que determinan la competencia para la interacción social.

Infraestructura

Propósitos, Objetivos, Estrategias, Estructura organizacional, Principios rectores o directrices, Políticas y prácticas, Actitudes de gestión, Gestión de conocimientos, Soporte para la innovación, Aceptación de riesgo y Comunicación.

La gente trabaja dentro de una infraestructura que deberá ser gestionada. Dirigir las actividades de una organización puede resultar difícil si los propósitos, objetivos y estrategias existen sólo en papel; aquellos deberían ser comunicados en un lenguaje con sentido.

Actividades

Unidades de negocios, Productos, Procesos, Información, Sistemas, Integración, Efectividad y eficiencia, Personal de apoyo.

La clasificación de actividades bajo el proceso de gestión incluye amplias categorías, las cuales interactúan con los recursos e infraestructura.

2.2.6. Modelo de GT de Tamhain (Fuente, Tamhain, 2005).

Gestión de tecnología en organizaciones intensivas en tecnología.

En el año 2005 Tamhain dentro de su publicación “Managing Effectively in Technology-Intensive Organizations” establece las 6 fuerzas que conducen a las empresas de tecnología, las cuales constituyen elementos de interés para nuestra investigación.

Se destaca que Tamhain referencia tanto a Khalil, como a Gaynor, dentro de una escuela de pensamiento de la GT, donde establecen que la gestión y la tecnología son el arte y ciencia de crear valor, por el uso de tecnología en combinación con otros recursos de la organización.

La gestión de tecnología relaciona las disciplinas de ingeniería, ciencia y gestión para planear, desarrollar e implementar las capacidades tecnológicas que le den forma y cumplan las metas estratégicas y operacionales de una organización.

Modelo GT: Fuerzas para dirigir las compañías de tecnología. Los 6 cambios de Thamhain.

CAMBIO DE PROCESOS LINEALES A SISTEMAS DINÁMICOS: Las comunicaciones rígidas de la organización y los procesos, son reemplazados por sistemas flexibles y redes ágiles dentro de la organización, así mismo estas redes tienen permeabilidad en las fronteras, son más poderosas, comparten recursos y procesos operacionales concurrentes.

CAMBIO DE EFICIENCIA HACIA EFECTIVIDAD: Este cambio responde a las necesidades por mejorar la integración de actividades y proyectos en proceso hacia toda la empresa, asegurándose que estemos haciendo las cosas correctas. Como un ejemplo, las compañías apalancan su gestión de proyectos como una competencia clave de la empresa, integrando las actividades orientadas a proyectos con otras funciones como la mercadotecnia y de servicios de campo y planeación estratégica de negocios.

CAMBIO DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS A GESTIÓN DE PROYECTOS A LO ANCHO DE LA EMPRESA: La operación de proyectos deberá integrarse con el sistema de planeación estratégica y los procesos de negocio en toda la empresa. El enfoque de gestión debe cambiarse de la mecánica de control de proyectos de acuerdo a programas y presupuestos establecidos a optimizar los resultados deseados a lo largo y ancho de la medición de desempeño que cubra toda la empresa.

CAMBIO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN HACIA TECNOLOGÍA DE UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN COMPLETA: Debe buscarse ir más allá que únicamente a la aplicación de la TI, como una gestión de proyecto o planeación de recursos de manufactura Integrando y aplicando TI a los procesos de negocios de la empresa, resolviendo problemas operativos e incrementando la eficiencia, así como reemplazando formas tradicionales de comunicación, interacción y solución de problemas.

CAMBIO DE LA GESTIÓN DE CONTROL A LA AUTODIRECCIÓN Y RENDICIÓN DE CUENTAS: Las actividades organizacionales se han incrementado hacia la orientación de proyectos relacionados con tecnología, Innovación, trabajo en equipo multifuncional y toma de decisiones entre alianzas de compañías, y formas altamente complejas de integración de trabajos. Las dinámicas de estos ambientes fomentan un considerable y extenso uso de normas y procesos de trabajo, orientados al trabajo en equipo, empoderamiento y autocontrol. Los métodos de comunicación, toma de decisiones, solicitud de compromisos y compartir riesgos, son un camino de cambio constante del estilo de gestión autocrático centralizado aún estilo orientado a trabajar en equipo con una forma de control más auto dirigida.

2.2.7. Modelo de GT e Innovación (GT+I), Fundación del Premio Nacional de Tecnología, A.C.

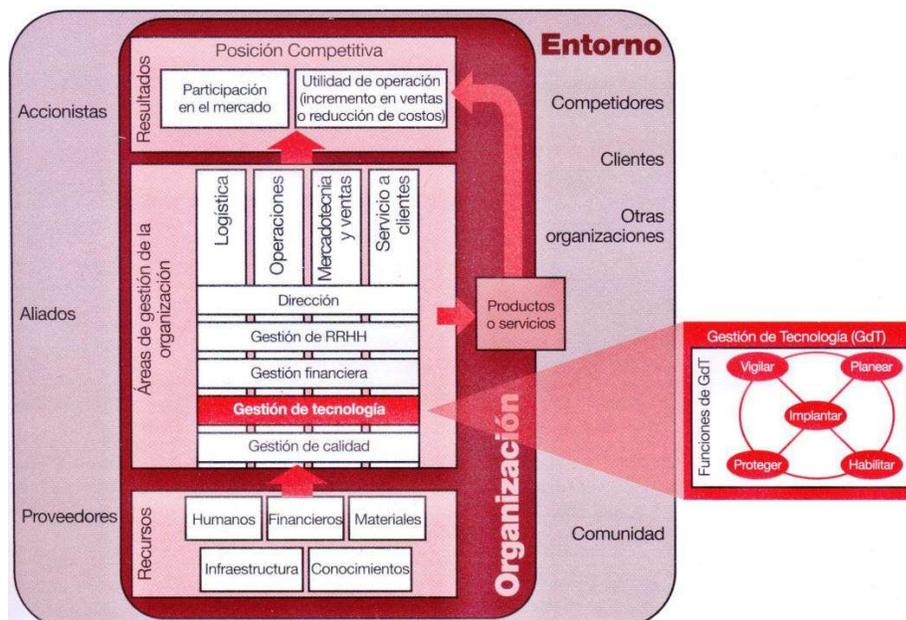
El Modelo Nacional de Gestión de Tecnología© del Premio Nacional de Tecnología tiene como principal propósito impulsar el desarrollo de las organizaciones mexicanas de cualquier giro o tamaño, para proyectarlas de manera ordenada a niveles competitivos de clase mundial mediante una GT explícita, sostenida y sistemática. Después de más de una década de exitosa trayectoria (1999-2010), el Modelo del Premio Nacional de Tecnología ha madurado incorporando experiencias y conocimientos provenientes de su operación, de las organizaciones participantes, de su Grupo Evaluador, de líderes de opinión y de expertos en gestión de tecnología nacionales e internacionales. (Guía PNT, 2010)

La GT e Innovación son consideradas como el conjunto de procesos o actividades de gestión que se emplean con la finalidad de asegurar que la tecnología se use de forma adecuada para el logro de los objetivos de la organización y, de manera especial, para aumentar sus ventajas competitivas (Guía, PNT+I, 2010, p. 49).

De acuerdo con el modelo del PNT+I, la actividad de desarrollo e innovación tecnológica de las organizaciones se fortalece, e incrementa su importancia, en la medida que se gestiona de forma adecuada. La gestión de tecnología les da congruencia organizacional y método a los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación tecnológica, que se realizan para crear, transformar y entregar valor a los clientes y consumidores.

Como se muestra en la Figura 2.6, la GT se considera que forma parte de las áreas de gestión de las organizaciones y complementa el esfuerzo de las mismas que se realiza para agregar valor a sus productos o servicios.

Fig. 2. 6 Modelo PNT+I, Fundación del Premio Nacional de Tecnología, 2011



Funciones y procesos de gestión de tecnología

El Modelo PNT+I se compone de una serie de funciones y procesos de GT, que sobre la materia se realizan en una organización comprometida con el desarrollo y la innovación tecnológica. Incluye también los resultados que la gestión de tecnología aporta a la organización.

El Modelo Nacional de Gestión de Tecnología©, consta de cinco funciones que son: vigilar, planear, habilitar, proteger e implantar, las cuales se muestran de manera simplificada, e interrelacionada en la Figura 2.6.

El significado de cada una de estas funciones de gestión de tecnología se describe en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 Significado de las funciones de gestión de tecnología (GT+I)

Función:	Significado:
Vigilar	Es la búsqueda en el entorno de señales e indicios que permitan identificar amenazas y oportunidades de desarrollo e innovación tecnológica que impacten en el negocio.
Planear	Es el desarrollo de un marco estratégico tecnológico, implica la elaboración de un plan tecnológico que se concreta en una cartera de proyectos.
Habilitar	Es la obtención, de tecnologías y recursos necesarios para la ejecución de los proyectos incluidos en la cartera.
Proteger	Es la salvaguarda y cuidado del patrimonio tecnológico .
Implantar	Es la ejecución de los proyectos de innovación hasta el lanzamiento final de un producto nuevo o mejorado en el mercado, o la adopción de un proceso nuevo o sustancialmente mejorado.

Tabla 2.2. Procesos de GT del PNT+I

Funciones:	Procesos:
Vigilar	Vigilancia de tecnologías: - Benchmarking. - Elaboración de estudios de mercados y clientes. - Elaboración de estudios de competitividad. - Monitoreo tecnológico.
Planear	Planeación de tecnología: - Elaboración y revisión del plan tecnológico.
Habilitar	Habilitación de tecnologías y recursos: - Adquisición de tecnología: compra, licencia, alianzas. - Asimilación de tecnología. - Desarrollo de tecnología: investigación y desarrollo tecnológico, escalamiento. - Transferencia de tecnología. - Gestión de: cartera de proyectos tecnológicos, de personal tecnológico, de recursos financieros, del conocimiento.
Proteger	Protección del patrimonio tecnológico: - Gestión de la propiedad intelectual.
Implantar	Implantación de la innovación: - Innovación de proceso, de producto, en mercadotecnia y organizacional.

2.2.8 Modelo ambiental Batelle, Teoría de Eficiencia energética para una planta cementera.

En el año 2002 Fiksel del Instituto Battelle en su investigación para la industria cementera determinó los 5 factores clave del desempeño sustentable de una planta cementera:

- 1) Energía total consumida, MJ por tonelada de cemento (cantera y planta), cuya meta es la conservación de los recursos usando menos energía, como indicador de eficiencia operativa.
- 2) Reciclaje, porcentaje de sustitución de combustibles y materia prima con la meta de conservación de recursos reciclando desperdicios.

- 3) Desperdicio, producto no conforme, kg de rechazo por ton de cemento producido, aquí la meta es reducir desperdicios al medio ambiente y evitar consumo de energía innecesario.
- 4) Kg de CO₂ neto por tonelada de cemento con la meta de reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
- 5) Índice de incidentes (lesión o enfermedad laboral) por cada 200,000 horas con la meta de asegurar la salud y la seguridad del trabajador.

2.3 Análisis y aportaciones de los Modelos de GT analizados .

El Modelo de Acosta (2000) tiene elementos operativos y estratégicos dentro de la GT, sin embargo en primera instancia no incluye elementos de sustentabilidad que permitan visualizar los factores enfocados a la conservación ambiental dentro de su propuesta.

Adicionalmente de acuerdo a la entrevista realizada a el Dr. Acosta (Junio, 2008), nos mencionó que este es un modelo producto de una investigación teórica, que en su alcance no mostró resultados de su aplicación, con la característica principal de haberse enfocado principalmente a las unidades de negocio de una corporación mexicana.

El libro de Erosa “Administración de la tecnología, Nueva fuente de creación de valor para las organizaciones”, publicado en el año 2007, es uno de los libros más recientes publicados en México por investigadores mexicanos, el enfoque de este modelo busca integrar los elementos de GT para lograr mejoras en los resultados de negocio, basado fuertemente en la Planeación de la Tecnología y ésta a su vez en la Auditoria Tecnológica como instrumento fundamental. De este Modelo no se ubicaron casos de aplicación integral que demuestren su efectividad, se tiene información sobre aplicaciones parciales del modelo, sin embargo para nuestra investigación se considera como una referencia para establecer una GT en las empresas.

La publicación de Khalil, *Gestión de Tecnología*. La clave de la competitividad y de la creación de riqueza, publicado en el año 2000, es uno de sus libros en donde integra artículos de GT.

El enfoque de este Modelo de Auditoría de la GT lo hemos incluido en nuestro análisis por que es base de estudios inclusive a nivel país. Sin embargo, no incluye claramente los conceptos de sustentabilidad o factores ambientales que le darían un alcance más completo.

Por otra parte podemos considerar que como se planteó en el caso del modelo de Erosa, se le asigna un valor preponderante al proceso de auditoría tecnológica como factor relevante en la GT. Se hace notar su contribución explícita sobre la Innovación, elemento que los anteriores autores lo dejan implícito.

En la tercera generación de I&D de Rousell, las guías para la medición de resultados y avances tienen sus raíces en los principios de la administración por objetivos. Las compañías que operan en esta moda generacional, siempre examinan las implicaciones de los negocios contra ellos mismos, así como con desarrollos tecnológicos externos. Los resultados tecnológicos deseados están especificados como un principio, a la luz de los objetivos del negocio.

El avance es revisado y los resultados a la fecha son reevaluados, contra las expectativas, cada vez que eventos significativos o externos de tecnología o de negocios ocurran.

Modelo de GT de Gaynor, el proceso de gestión evoluciona hacia un modelo de tres dimensiones que incluye recursos, infraestructura y actividades. Las clases de actividades son arbitrarias, proveen un punto de referencia y abarcan todo el proceso continuo que incorpora cada actividad del negocio.

Estas actividades pueden reclasificarse en muchas subcategorías. Las organizaciones deberán clasificar estas actividades de la forma que mejor le sirva a sus propósitos. La clasificación deberá incluir la perspectiva de sistema. Una aportación relevante es que este modelo demuestra la complejidad de la tecnología y la necesidad de controlar el proceso de GT, particularmente en lo referente a las personas (capital humano).

De este modelo de Thamhain, podemos destacar como elementos clave, que la Gestión y Tecnología requiere un gran entendimiento de los sistemas organizacionales y su ambiente o entorno. También se requieren habilidades extraordinarias, talento y determinación para lograr el éxito. El elemento humano es un factor clave aunado a los cambios de paradigma.

Dentro del Modelo del PNT+I, se considera un proceso como el conjunto de actividades que se suceden de forma ordenada, con el objetivo claro, que combina diversos insumos, procedimientos, métodos y técnicas, para generar productos, servicios o un resultado deseado con valor agregado. Adicionalmente, en la Tabla 3, se muestran procesos de gestión de tecnología cuya realización permite el cumplimiento de las funciones descritas. Por ejemplo, si una organización lleva a cabo el proceso de “gestión de la propiedad intelectual”, significa que realiza la función de gestión de tecnología llamada “proteger” (Guía PNT+I, 2010, p. 52). Por Innovación se considera, la introducción al mercado de nuevos productos o servicios; o la implantación de nuevos métodos de producción, organización o comercialización; o la modificación sustancial de los mismos, que impactan favorablemente en la competitividad de la organización (Guía PNT+I, 2010, p. 50).

Es importante remarcar que los procesos de gestión de tecnología e innovación, agrupados en funciones, junto con las demás áreas de gestión, impactan en los resultados globales de la organización, tal como se observa en la figura 6.

De la teoría de eficiencia energética para plantas de cemento del instituto Batelle , escrita por Fiksel tomaremos para nuestra investigación la variable dependiente Energía

total consumida y tres variables independientes como son: Reciclaje, desperdicio y emisiones de CO2.

Como una conclusión del análisis de la literatura, de acuerdo a la orientación de nuestra investigación y las teorías revisadas podemos considerar que existen modelos de GT generales para todo tipo de industria y que no incluyen específicamente los elementos ambientales o de sustentabilidad.

En la tabla 2.4 que se muestra a continuación, se establece el contexto de cada teoría y la referencia para nuestra investigación.

Teorías acerca de la Gestión de Tecnología y de Sustentabilidad en la Industria del Cemento.		
Autor	Teoría	Contexto
Khalil Tarek	GT en manufactura y servicios.	Fundador del IAMOT establece en el año 2000 que la GT es la clave de la competitividad y la creación de bienestar. Se ha aplicado un modelo de auditoría a nivel mundial para medir la percepción de empresas y sectores industriales sobre la GT.
Acosta	Modelo de GT general para empresa mexicana	Desarrollo un modelo de GT teórico para una industria específica de México.
Rousell	I&D tercera generación	Establece los componentes indispensables del éxito en 1991 dentro de las estrategias tecnológicas de los negocios. Recursos humanos, Manufactura.
Hans J. Tamhain	GT en organizaciones de alto nivel tecnológico	Propuso elementos de GT para las empresas de alto nivel tecnológico.
Gaynor Gerard H.	Directrices de GT	Establece en el manual de GT en 1996 elementos de un modelo basado en recursos infraestructura y actividades.
Fiksel (Batelle Institute)	Sustentabilidad plantas cementeras	Se definen los 5 elementos clave para el desempeño sustentable de una planta cementera.
Mezher	Aplicación en el Líbano	Aporta un estudio de investigación de GT aplicado en el Líbano a varios sectores de la industria.

Erosa, V.E.	GT en México	Propone un modelo de GT enfocado a las empresas de México.
PNT 2011	GT en México	Modelo de GT base para el premio Nacional de Tecnología en México

2.4 Elementos clave de GT seleccionados.

De acuerdo a las teorías analizadas, las entrevistas con directores de plantas de cemento, la encuesta preliminar aplicada en base a el modelo de Khalil, se considera que para nuestra investigación los elementos clave de GT que componen los diferentes modelos y que aplicamos a nuestra investigación son:

1.- Plan de tecnología. Una base fundamental de cómo una compañía dirigirá su esfuerzo en GT para lograr avances tecnológicos, las metas que debe de tener, y las políticas que necesita para llevar a cabo esas metas. Ésta Planeación debe incluir las necesidades del mercado, las principales competencias y tecnologías, áreas de crecimiento, e infraestructura requerida. El Plan de tecnología debe enfocarse a crear ventaja competitiva.

2.- Innovación. La creación de nuevas formas de mejorar los equipos de proceso o de incorporar equipos o componentes que permitan optimizar las operaciones de una empresa, suministrando los recursos necesarios y eliminando las barreras de ideas innovadoras y de gente que las crea.

3.- Desarrollo de proveedores de tecnología. La habilidad de alcanzar los resultados a través del desarrollo de proveedores de tecnología de equipos y optimización del proceso de una planta. Valor agregado para la compañía mediante la construcción de una sólida alianza con los proveedores estratégicos. Estas alianzas pueden incluir campos, productos y servicios donde la compañía pueda generar grandes competencias.

4.- Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa. Cuál es el inventario tecnológico de la empresa. Serie de proyectos exitosos, que pasaron por un proceso de propuesta, evaluación y aprobación y que son usados como base del desarrollo

de ventajas competitivas, los recursos físicos e instalaciones con que cuenta para desarrollar tecnología de equipo y proceso.

5.- Desarrollo de competencias. Planes y programas de desarrollo de competencias del personal técnico y operativo. Experiencia, procesos, maquinaria, instrumentos, patentes, conocimiento, tecnología, gente, infraestructura, reportes, resultados de pruebas y otros recursos usados por la compañía para operar.

6.- Entrenamiento de expertos. Tener personal especialista experto en tecnología de equipo y proceso de la planta con capacidad de crear soluciones que incrementen la eficiencia operativa.

7.- Tecnologías desarrolladas. Nuevas tecnologías, procesos o conocimiento implantados, que agreguen valor económico a la corporación incrementando su eficiencia en base a un ciclo anual.

Debido a que no está explícito en los modelos de GT analizados, se propone incluir un elemento adicional que en base a las condiciones globales de medio ambiente y regulaciones internacionales permita enfocar esfuerzos de GT en este campo. Lineamientos bajo los cuales se deben regir las operaciones actuales y futuras de una planta cementera:

8.- Variable ambiental (La cual incluye desperdicio, emisiones de CO₂ y consumo de energía). Desperdicio: reducir los desperdicios o producto no conforme en el cual ya se consumió energía térmica y eléctrica, midiéndose en toneladas de desperdicio o producto no conforme (por ejemplo, por tonelada producida), toneladas de CO₂ emitidas por tonelada de cemento producido y eficiencia térmica por medio de la medición de Megajoules de consumo energético)

Del total de 8 modelos, se analizaron 2 modelos enfocados a la empresa mexicana, los cuales, en base a la teoría del Dr. Khalil, sobre la Gestión de Tecnología, se encontró que en conjunto incluyen satisfactoriamente los elementos de GT arriba mencionados. Así

mismo, el Modelo del PNT+I, es un Modelo probado en base a funciones y procesos de Gestión de Tecnología e Innovación.

Sin embargo, es importante considerar que algunos Modelos están en etapa conceptual y se requiere investigar y probar o determinar, los elementos clave en la GT y bajo que condiciones de producto o mercado funcionan, así como para qué tipo de industria mexicana son válidos.

Podemos concluir que la revisión de la literatura en nuestra investigación nos ha permitido conocer los elementos clave de algunos modelos de GT y con ello proceder a establecer aquellos que deberán validarse estadísticamente y de acuerdo a la aplicación del método científico para poder determinar para una industria y productos específicos los elementos que son clave del éxito, en nuestro caso particular las plantas de cemento.

Capítulo 3. Método.

En el proceso del diseño de la investigación requerimos iniciar con el enfoque. Obteniendo un enfoque cuantitativo, debido a que nuestro objetivo es medir el impacto de las variables independientes sobre la variable dependiente.

El tipo de investigación es no experimental, transeccional lo cual se refiere a que no habrá manipulación intencional ni asignación al azar de las variables, porque las variables independientes ya han actuado sobre la variable dependiente. Los datos se recolectarán en un solo momento, en un tiempo único y su propósito es describir las variables y analizarlas.

Los alcances que se aplicarán al estudio será descriptivo, correlacional – causal y explicativo.

Para cuantificar las variables, es necesario mencionar cómo se van a medir las variables. La medición en un enfoque cuantitativo permite utilizar la escala de intervalo, la cual clasifica a la población entre categorías, la ordena y cuantifica la distancia entre una categoría y otra.

3.1 Diseño de la Investigación

El enfoque propuesto para nuestra investigación es el cuantitativo, debido a que en nuestros objetivos estamos tratando de medir el impacto de las variables independientes que actúan sobre la variable dependiente.

El tipo de investigación fue no experimental, transeccional lo cual se refiere a que no hubo manipulación intencional ni asignación al azar de las variables haciendo referencia a las variables independientes que ya han actuado sobre la variable dependiente. Los datos se recolectaron en un solo momento, en un tiempo único (Enero – Junio 2011) y su propósito es describir las variables y analizarlas en un momento dado.

El primer alcance que se aplicó al estudio fue descriptivo, ya que se está buscando describir las situaciones, eventos y hechos, es decir, como influyen las variables independientes sobre la variable dependiente; también se considerará el alcance correlacional – causal, el cual se refiere a describir las relaciones entre dos o más variables; y por último, se incluirá el alcance explicativo, el cual pretende mencionar las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian.

En este caso, el impacto que pueda crear las variables independientes sobre la variable dependiente, en una relación causa – efecto, se considera como el evento, suceso o fenómeno a estudiar.

3.2 Población y tamaño de la Muestra del Estudio.

Primeramente el tamaño de la población se definió de acuerdo a la cantidad de plantas que forman un consorcio industrial. Estas plantas se encuentran ubicadas en diferentes lugares dentro y fuera de México. La población total fue de 66 plantas.

Se propone obtener el tamaño de la muestra de las plantas cementeras, de acuerdo a los siguientes datos:

Se define una población de 66 plantas de cemento de las cuales se calcula la n o tamaño de muestra y nos resulta que se requiere aplicar el instrumento a 39 plantas para poder tener un 95% de nivel de confianza.

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra = 39

Z es el nivel de confianza = 1.96 con un 95% NC

p es la variabilidad positiva= 0.5

q es la variabilidad negativa= 0.5

N es el tamaño de la población = 66

E es la precisión o el error = 10 %

Según los cálculos realizados, necesitaremos un total de 39 encuestas para comprobar nuestra hipótesis de investigación, sin embargo logramos obtener una respuesta de 60 participantes.

3.2.1 Unidad de Análisis.

Tabla 3.1 Unidad de Análisis.			
Población o Universo:	Plantas cementeras con al menos un horno.		
Tamaño:	Producción de 1000TPD en adelante		
Sector:	Industria cementera		
Tamaño de la Población:	66 Empresas.		
Tamaño de la Muestra:	39 encuestas.		
Ámbito Geográfico:	Global.		
Fuente de Información:	Gerentes técnicos o de planta vía encuesta.		
Fecha de trabajo de campo:	Enero - Junio 2011.		
Paquete estadístico:	Minitab, SPSS		

3.3 Instrumento de Medición.

El contenido principal es el siguiente:

El nombre de la investigación: "Elementos clave de gestión de tecnología (GT) con mayor impacto en la eficiencia energética de las plantas de cemento"

Las Instrucciones de Llenado:

- a) Favor de leer detenidamente todas las preguntas y marcar la respuesta más apropiada.
- b) Su respuesta deberá referirse a la situación real que usted observa de la compañía.
- c) Favor de contestar todas las preguntas.

Esta información es exclusivamente para un estudio académico. Sus respuestas son estrictamente confidenciales y permanecerán en el anonimato.

El instrumento de medición está diseñado de la siguiente manera:

En el primer apartado se tiene la finalidad de recabar información genérica y descriptiva tanto del Encuestado como de la Empresa.

En el segundo apartado se tiene la finalidad de recabar la información propia de la Investigación Doctoral acerca de la Empresa, tomando en consideración elementos como:

EL PLAN DE TECNOLOGÍA

Representa la base fundamental para conocer si se cuenta con un plan de tecnología, si la implementación de un plan de tecnología, ha disminuido en corto plazo el uso de la energía térmica y energía eléctrica, si la infraestructura de la planta cumple con las necesidades del mercado.

LA INNOVACION

Representa en términos de los elementos clave de la GT la importancia de invertir en la investigación y desarrollo un porcentaje de las ventas así como en hacer mejoras tecnológicas a los procesos existentes buscando optimizar el uso de la energía y los combustibles asociados. La Generación de patentes nacionales e internacionales es un indicador de los productos logrados en la innovación.

EL DESARROLLO DE PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA

Representa las asociaciones que permitan a la empresa lograr resultados por medio de alianzas con proveedores incrementando el beneficio para ambos buscando optimizar las líneas de proceso y reducir los consumos de energía o maximizar sus resultados.

LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DESARROLLADA POR LA EMPRESA

Representa el logro de los esfuerzos internos y se refleja en el porcentaje de equipos remodelados o reemplazados. en el mismo sentido efectuar reuniones internas para verificar si se pueden aplicar alternativas tecnológicas a los procesos existentes.

EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Representa el capital intelectual interno para lograr las mejoras tecnológicas como parte de un proceso de mejora continua, el número de personas capacitado y los programas de desarrollo de competencias forman parte de esta estrategia.

EL ENTRENAMIENTO DE EXPERTOS

Representa el fundamento teórico y se contabilizan las horas de entrenamiento en temas de tecnología aplicada.

LAS TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS

Representan el producto del esfuerzo de la empresa y deben impactar los resultados para medirse en cuantos nuevos procesos o nuevas tecnologías se han implementado.

LAS VARIABLES AMBIENTALES

Son en un modelo de GT el reflejo de la responsabilidad social corporativa y de empresa, se incluye la medición del porcentaje del desperdicio actual en comparación con el que se disponía antes de tener un plan de tecnología, los kilogramos de CO₂ por tonelada de cemento que está emitiendo la planta. Así mismo es importante medir el porcentaje de sustitución de combustible con el que trabaja la planta y el porcentaje de sustitución materias primas, cual es la eficiencia térmica que se obtiene de su combustible.

La variable dependiente EFICIENCIA ENERGETICA se mide con la razón KWH totales consumidos / Tonelada de clinker y/o cemento producido.

3.3.1 Técnicas Estadísticas

A continuación se presenta el método que se aplicó a la presente investigación, el cual se representa por el Análisis multivariado, Hernández Sampieri (2002) se refiere a la utilización de este método como el análisis de la relación entre diversas variables independientes y al menos una dependiente.

El método para analizar el efecto de dos o más variables independientes sobre una dependiente será la regresión lineal múltiple, es uno de los métodos principales del análisis multivariado, y es una extensión de la regresión lineal con la consideración que maneja un número mayor de variables independientes (Hernández Sampieri, 2002).

El esquema o modelo gráfico que se utilizara para el método de regresión múltiple será el siguiente, respecto a la variable dependiente y las variables independientes es:

Y: Eficiencia energética.

X_i : Variables independientes.

(X_1) Plan de Tecnología.

(X_2) Innovación

(X_3) Desarrollo de proveedores de tecnología.

(X_4) Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa.

(X_5) Desarrollo de competencias.

(X_6) Entrenamiento de expertos en tecnología.

(X_7) Tecnología desarrollada por la empresa.

(X_8) Variables ambientales.

Para predecir la variable dependiente se aplica la siguiente ecuación de regresión múltiple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8$$

3.3.2 Operacionalización de las variables.

Para cuantificar las variables, es necesario mencionar como se van a medir las variables. La medición en un enfoque cuantitativo permite dos tipos de escalas, las cuales se refiere a la escala de intervalo y la escala de razón. La escala de intervalo permite clasificar a la población entre categorías, ordenarla y cuantifica la distancia entre una categoría y otra. La escala de razón es el nivel más alto de medición para las variables cuantitativas; posee el cero absoluto el cual significa que existe una base para afirmar que un objeto no posee la característica medida.

De acuerdo a las variables críticas identificadas en la revisión de la literatura, la operacionalización de las variables para la presente investigación será:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_8 X_8$$

Donde β es el coeficiente de regresión

Donde α es el coeficiente de intersección

Donde $X_1, X_2 \dots X_8$ son las variables independientes

(Y) Eficiencia energética de planta de cemento.

Medida como la energía total consumida en Megajoules consumido por Toneladas de cemento producido o en Kwh totales / tonelada producida. Conservación de recursos por el uso de menos energía total, tanto en cantera como en planta.

(X1) Plan de tecnología.

Es la base de cómo una compañía encontrará avances tecnológicos, las metas que debe de tener, y las políticas que necesita para llevar a cabo esas metas. Ésta debe incluir las necesidades del mercado, las principales competencias y tecnologías, áreas de crecimiento, e infraestructura requerida. El Plan de tecnología debe enfocarse a crear ventaja competitiva operativa en el consumo energético total de la planta de cemento.

(X2) Innovación.

patentes, % ventas de la planta invertido en I&D, # nuevos productos por año en los recientes tres años. La creación de nuevas formas de mejorar el proceso o de incorporar equipos o componentes que permita reducir los consumos energéticos de una planta de cemento. Suministrando los recursos necesarios.

(X3) Desarrollo de proveedores de tecnología.

La habilidad de alcanzar los resultados a través del desarrollo de proveedores de tecnología de equipos y optimización del proceso de una planta de cemento. Valor agregado para la compañía mediante la construcción de una sólida alianza con los proveedores estratégicos. Estas alianzas pueden incluir productos y servicios donde la compañía pueda generar grandes competencias.

(X4) Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa.

Cuál es el inventario tecnológico de la planta cementera. Serie de proyectos exitosos, que pasaron por un proceso de propuesta, evaluación y aprobación y que son usados como base del desarrollo de ventajas competitivas, los recursos físicos e instalaciones con que cuenta para desarrollar tecnología de equipo y proceso.

(X5) Desarrollo de competencias.

Planes y programas de desarrollo de competencias del personal técnico y operativo. Experiencia, procesos, maquinaria, instrumentos, creación de patentes, conocimiento, tecnología, gente, infraestructura, reportes, resultados de pruebas y los recursos usados por la compañía para operar.

(X6) Entrenamiento de expertos.

Tener personal especialista experto en tecnología de equipo y proceso de la planta de cemento con capacidad de crear soluciones que incrementen la eficiencia energética de la planta de cemento.

(X7) Tecnologías desarrolladas.

Nuevas tecnologías, productos, procesos o conocimiento implantados, que agreguen valor económico a la planta cementera incrementando su eficiencia energética en base a ciclo anual.

(X8) Variables ambientales

Desperdicio.

Reducir los desperdicios o producto no conforme en el cual ya se consumió energía térmica y eléctrica, midiéndose en toneladas de desperdicio o producto no conforme por tonelada de cemento producida.

Emisiones de CO₂.

Reducir las emisiones de gas de efecto invernadero. Medido en Kg neto de CO₂ por tonelada de cemento. Cada tonelada de cemento portland ordinario genera aproximadamente 900 kgs de emisiones de CO₂ neto, otros tipos de cementos producen significativamente menos emisiones.

Reciclaje.

Conservación de recursos reciclando desperdicios tanto combustibles como materias primas. Se miden dos dimensiones de esta variable ; % de sustitución de combustibles, por ejemplo usando combustibles alternos , llantas, cascarilla de arroz, basura y el % de sustitución de materias primas, por ejemplo se usa caliza para reemplazar un % del clinker para producir cemento. En el caso de combustibles se tienen rangos del 0% al 25% o más inclusive en casos de plantas de cemento en Europa. Para las materias primas se maneja un rango el 0 al 10 %.

3.4 Técnicas Estadísticas propuestas.

Se definen las técnicas estadísticas propuestas de acuerdo a Hair, et al. (2007), para tener un mejor entendimiento de lo realizado en la investigación y en el análisis de los datos:

Alpha de Cronbach.- Es una medida de fiabilidad que es utilizada respecto a un conjunto de dos o más indicadores de un constructo o variable. Los valores se encuentran entre el 0 y 1. Los valores que se encuentren como resultado entre 0.6 y 0.7 se consideran el límite inferior de aceptabilidad.

Media.- Es el centro de un conjunto de datos acomodados en un orden de magnitud.

Desviación Estándar.- Es la raíz cuadrada de la varianza muestral.

Varianza.- Es la posición de cada observación con relación a la media muestral.

r.- Es el coeficiente de correlación, describe la relación entre dos variables.

R, coeficiente de correlación parcial o múltiple.- Es una medida de la variación de la variable dependiente que no se tiene en cuenta por las variables del modelo que pueden explicarse por cada una de las variables que se pueden incorporar al modelo.

R^2 .- Es el coeficiente de correlación al cuadrado también denominado como coeficiente de determinación. Indica el porcentaje de la variación total de la variable dependiente explicado por las variables independientes.

R^2 (ajustado o corregido).- Este coeficiente de determinación tiene la diferencia de la R^2 en cuanto a que permite comparar modelos con un

número diferente de variables independientes o tamaños muestrales diferentes, o ambos.

Error típico de la estimación.- Medida de la variación en el valor previsto que puede usarse para desarrollar intervalos de confianza alrededor de cualquier variable a predecir.

Durbin – Watson.- Detecta la existencia de auto correlación en el modelo empleado, el cual mide el grado de auto correlación entre residuos (los valores permitidos se encuentran entre 1.5 y 2.5).

Residuos.- Se define como la medida del ajuste predictivo para una observación. Se calcula como la diferencia entre los valores reales y predichos de la variable dependiente.

Autocorrelación.- Se refiere a la correlación entre los miembros en series de observaciones.

Suma de cuadrados.- Cantidad total de variación que existe para ser explicada por las variables independientes.

gl.- Grados de libertad, es el número de unidades de información disponibles para estimar la distribución muestral de los datos después de que se hayan estimado todos los parámetros.

F.- Permite comparar medias poblacionales para determinar si son iguales.

Significancia.- Permite decidir si el modelo es representativo.

B.- Este coeficiente nos indica el número de unidades que aumentará la variable dependiente o criterio por cada unidad que aumente la variable independiente.

Error típico.- Medida de la dispersión de las medias o de las diferencias de la media esperada debido a la variación muestral.

β .- Coeficiente de regresión tipificado que permite una comparación directa entre coeficientes en relación con su capacidad explicativa relativa de la variable dependiente.

t.- Contraste estadístico que valora la significación estadística entre dos grupos en una única variable dependiente.

Tolerancia.- Proporción de la variación de las variables independientes no explicadas por las variables ya incluidas en el modelo. Una tolerancia de 0 significa que la variable independiente considerada es una combinación lineal perfecta de variables que ya están en el modelo. Tolerancia de 1 significa que una variable independiente es totalmente independiente de las otras ya incluidas en el modelo.

FIV.- Factor de Inflación de Varianza, es una medida del efecto del resto de las variables independientes sobre un coeficiente de regresión. Altos valores de FIV (límite habitual de 10.0) indica presencia de colinealidad o multicolinealidad entre las variables independientes.

Regresión múltiple: Es una técnica de dependencia que se utiliza para analizar una única variable métrica dependiente que se supone esta relacionada con una o más variables métricas independientes.

CAPITULO 4 Resultados

En este capítulo presentamos el análisis de resultados obtenidos al procesar los datos por medio de los paquetes estadísticos SPSS y MiniTab, en nuestra investigación logramos la validación del instrumento, optimizando valores de alfa de Cronbach del orden de 0.952 para las 8 variables independientes + la variable dependiente. Resulta interesante el impacto de las variables o elementos sobre la eficiencia energética de las plantas, ya que en forma general se logro reducir el modelo de 8 variables a 5.

En este capítulo se presentan y analizan los datos proporcionados por las empresas participantes durante el proceso de investigación (recolección de datos). Los datos proporcionados por las empresas participantes, fueron recolectados mediante un instrumento de medición.

En la presente investigación se trata de identificar los elementos clave de la GT de equipo de proceso en las plantas cementeras y conocer cuáles son los que tienen mayor representación en la investigación.

De acuerdo a los resultados proporcionados por las empresas, se realiza el análisis de la técnica regresión lineal múltiple. Dicha técnica estadística, fue utilizada para determinar un modelo y conocer su representación en la investigación.

4.1 Normalidad

La normalidad es un supuesto fundamental del análisis multivariante en referencia al perfil de la distribución de los datos para una variable métrica y su correspondencia con una distribución normal (Hair, et al., 2007). Se realizó el supuesto de normalidad utilizando el test Kolmogorov-Smirnov (estadístico utilizado para muestras superiores a 50). Se tomó en cuenta el valor de la significancia correspondiente a cada una de las variables y por medio de las siguientes hipótesis planteadas:

H0: La distribución de la variable no es normal.

Ha: la distribución de la variable es normal.

Tabla no. 4.1 Prueba de normalidad.

gl 60	Kolmogorov-Smirnov	
	Estadístico	Sig.
X1	,230	,000
X2	,160	,001
X3	,128	,016
X4	,089	,200*
X5	,120	,031
X6	,139	,006
X7	,158	,001
X8	,140	,005
Y	,298	,000

* Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

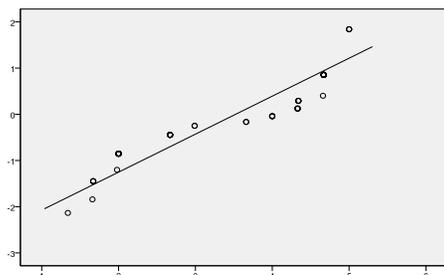
De acuerdo a la tabla anterior, se determina que, las variables X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8, e Y, son menores que 0.05 (valor determinado para un nivel de confianza del 95%), por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (la distribución de la variable es normal). Por otro lado, la variable X4 es mayor que el valor de 0.05 correspondiente para un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, la variable X4 no es normal. Sin embargo, se procede a observar la gráfica de la variable para evaluar el comportamiento de los datos.

4.1.1 Gráficos de Probabilidad Normal

Interpretamos las Gráficas de Probabilidad Normal (GPN) para cada una de las variables que van a ser introducidas en el modelo de regresión lineal múltiple. Como se puede observar en las figuras siguientes con respecto a las variables: X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8, e Y, los datos siguen la línea trazada en el GPN. Sin embargo, para la variable X4 los datos siguen la línea trazada con ligero desfase de diversos puntos, lo que podría ocasionar que, estadísticamente, la variable no sea normal. Por lo tanto, para nuestra

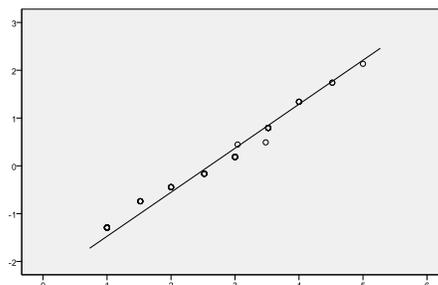
investigación se decide agregar la variable X4 al modelo de regresión lineal múltiple para observar su comportamiento.

Figura no. 4.1 GPN X1



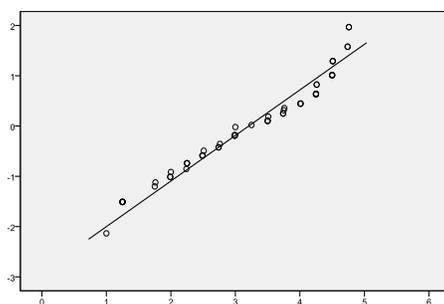
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.2 GPN X2



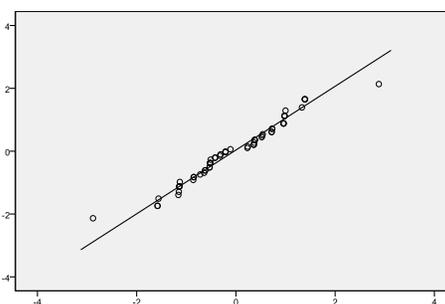
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.3 GPN X3



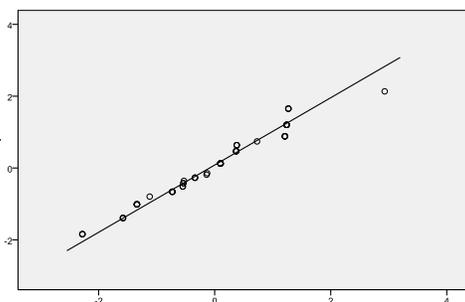
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.4 GPN X4



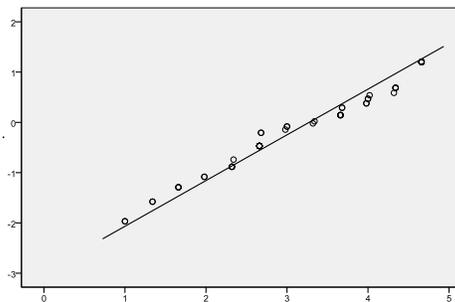
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.5 GPN X5



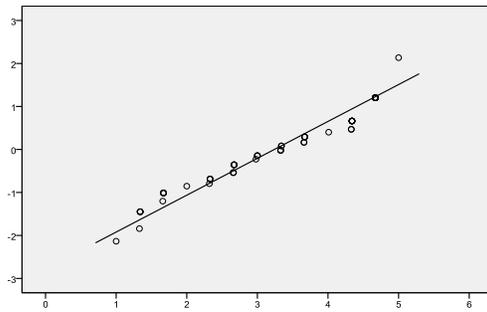
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.6 GPN X6



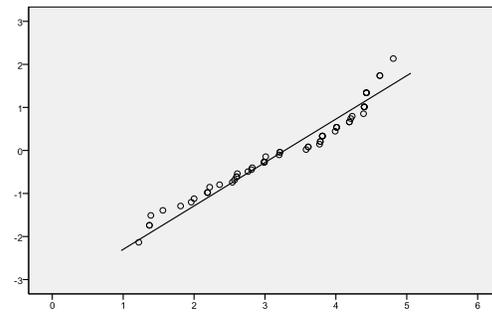
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.7 GPN X7



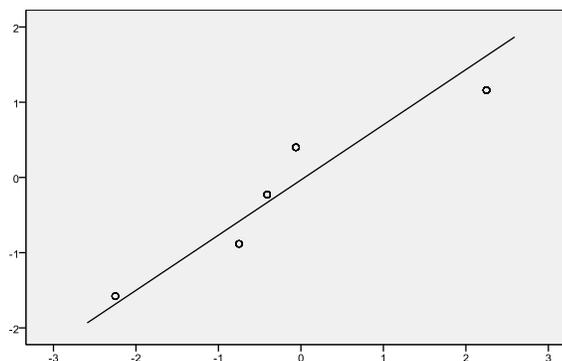
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.8 GPN X8



Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Figura no. 4.9 GPN Y



Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

4.2 Homocedasticidad

Es un supuesto relativo a las relaciones de dependencia entre variables (Hair, et al., 2007). Para evaluar la homocedasticidad de las variables que se analizaron en el proyecto de investigación, se utilizó el test de Levene, el cual se utiliza para evaluar si las varianzas de una variable métrica son iguales a lo largo de cualquier cantidad de grupos. Para realizar la prueba de homocedasticidad se debe de cumplir con el criterio de normalidad

Se proponen las siguientes hipótesis para evaluar la prueba de homocedasticidad:

H0: Las varianzas de los grupos no son iguales.

Ha: Las varianzas de los grupos son iguales.

Una vez planteada la hipótesis nula y la hipótesis alterna, se realizan los pasos necesarios en el programa estadístico para calcular la prueba respectiva, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla no. 4.2 Prueba de homogeneidad de las varianzas.

	Estadístico de Levene	Sig.
X1	39,936	,000
X2	1,334	,269
X3	1,671	,170
X4	1,550	,201
X5	2,446	,057
X6	3,552	,012
X7	8,357	,000
X8	5,661	,001

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar el valor correspondiente del estadístico de Levene para cada una de las variables independientes con su respectiva significancia. La significancia del estadístico de Levene de las variables: X2, X3 y X4 es mayor que el nivel de confianza del 95 % que corresponde a 0.05 y se acepta la hipótesis nula de las varianzas de los grupos no son iguales. Por lo tanto, las varianzas ó medida de dispersión de la distribución de los datos que se encuentran alrededor de su media no son homogéneas, o bien, no tienen homocedasticidad. Por otro lado, la significancia de la variable X1, X5, X6, X7 y X8 son menores que la significancia de 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, Las varianzas de los grupos son iguales, por lo tanto, las variables superan la prueba de homocedasticidad.

4.3 Linealidad

Levy, et al., (2005) menciona que, la linealidad indica que el modelo a contrastar predice los valores de las variables independientes. La relación lineal entre dos variables se representa a través de una línea recta.

Por otro lado, Hair, et al. (2007) menciona que, la linealidad de la relación entre variables dependientes o independientes representa el grado de cambio en la variable dependiente asociado con la variable independiente. Se evaluó el supuesto de linealidad utilizando la matriz de correlación parcial comparando la significancia de la correlación parcial con el intervalo de confianza del 95 % que corresponde a una significancia de 0.05.

Aplicamos en el paquete estadístico la opción de correlación de orden cero. Esta opción permite obtener el coeficiente de correlación de Pearson entre cada par de variables sin que intervengan terceras variables. En la siguiente tabla, podemos observar todas las variables que se introdujeron en la matriz de correlación parcial. La variable que se está analizando es la variable dependiente (Y), la cual se trata de comprobar si tiene linealidad con las variables independientes.

Tabla no. 4.3 Matriz de correlación parcial.

gl 58	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y
X1 Correlación	1,000	,686	,850	,779	,788	,745	,838	,735	,679
Significación (bilateral)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
X2 Correlación	,686	1,000	,776	,778	,761	,694	,774	,702	,765
Significación (bilateral)	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
X3 Correlación	,850	,776	1,000	,869	,788	,843	,922	,847	,860
Significación (bilateral)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
X4 Correlación	,779	,778	,869	1,000	,763	,857	,876	,828	,860
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000
X5 Correlación	,788	,761	,788	,763	1,000	,743	,802	,674	,762
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000
X6 Correlación	,745	,694	,843	,857	,743	1,000	,893	,821	,829
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000
X7 Correlación	,838	,774	,922	,876	,802	,893	1,000	,865	,864
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000
X8 Correlación	,735	,702	,847	,828	,674	,821	,865	1,000	,810
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000
Y Correlación	,679	,765	,860	,860	,762	,829	,864	,810	1,000
Significación (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Para interpretar la linealidad entre la variable dependiente con las variables independientes en la matriz de correlación parcial, se proponen las siguientes hipótesis:

H0: La relación entre la variable dependiente y la variable independiente no es lineal.

Ha: La relación entre la variable dependiente y la variable independiente es lineal.

Como se mencionó anteriormente, observamos el valor de la significancia de la variable Y con el resto de las variables (independientes). La significancia de la correlación entre las

variables: Y X1, Y X2, Y X3, Y X4, Y X5, Y X6, Y X7, e Y X8 son menores que 0.05, por lo tanto, la relación entre la variable dependiente y la variable independiente es lineal.

4.4 Alpha de Cronbach

El Alpha de Cronbach se calculó de acuerdo a un total de 60 empresas. Los resultados fueron recolectados mediante un instrumento de medición. El Alpha de Cronbach permite medir la confiabilidad del instrumento de medición.

Se obtuvo el Alpha de Cronbach para cada una de las variables propuestas en el proyecto de investigación. El instrumento de medición está conformado por un total de 31 ítems. El Alpha de Cronbach correspondiente a los 31 ítems es de 0.985, ó bien, 98.5 %.

Tabla no. 4.4 Alpha de Cronbach IM.

Alfa de Cronbach	N de elementos
,985	31

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Por otro lado, 30 ítems se encuentran distribuidos en 8 variables independientes y su resultado (por variable) es el siguiente:

Tabla no. 4.5 Alpha de Cronbach por variable.

Variable	Alfa de Cronbach	N de elementos
X1	,925	3
X2	,933	2
X3	,938	4
X4	,943	6
X5	,887	4
X6	,899	3
X7	,907	3
X8	,917	5

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Así mismo, se calculó el Alpha de Cronbach en relación a 9 variables que conforman la investigación (8 variables independientes y 1 variable dependiente)

Tabla no. 4.6 Alpha de Cronbach total de variables.

Alfa de Cronbach	N de elementos
,971	9

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

4.5 Resumen del modelo.

Las técnicas estadísticas que aparecen en el análisis multivariado del modelo, se calcularon mediante el paquete estadístico SPSS, en el, se seleccionó el siguiente procedimiento:

- Técnica estadística: Regresión Lineal Múltiple.
- Método: Pasos sucesivos.
- Incluyendo la constante en la ecuación.

Tabla no. 4.7 Análisis multivariado del modelo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,917 ^a	,842	,827	,56664	2,317

a. Variables predictoras: (Constante), X7, X4, X1, X3, X5

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

- El resultado de **2.317** en el estadístico Durbin – Watson considera que, los residuos no se encuentran auto correlacionados, es decir, se encuentran en el nivel permitido (1.5 y 2.5) indicando que las observaciones pertenecientes a la muestra no están correlacionados.
- El resultado de **0.56664** perteneciente al error típico de la estimación se refiere a la dispersión de los datos (observaciones) alrededor de la recta de regresión, mientras este resultado se encuentra cerca de la recta de regresión, o bien, este cerca de 0, posee una mejor predicción del modelo.
- El resultado de **0.827** ó **82.7 %**, perteneciente al coeficiente de correlación al cuadrado ajustado o corregido (R^2 ajustado o corregido), se refiere a comparar

ecuaciones con cantidades diferentes de variables independientes o tamaños muestrales.

- El resultado de **0.842** ó **84.2 %**, perteneciente al coeficiente de correlación al cuadrado (R^2), representa el grado en que explica las variables independientes a la variable dependiente.
- El resultado de **0.917** ó **91.7%**, perteneciente al coeficiente de correlación múltiple (R), representa el grado de la relación de las variables independientes introducidas al modelo de regresión lineal múltiple a la variable dependiente.

4.6 ANOVA

En la tabla del análisis de la varianza del modelo (ANOVA), se puede observar que, el valor obtenido de significancia para el estadístico F, tiene como resultado de 0.000, lo cual revela que el modelo es significativo. Por otro lado, el valor $F_{\text{calc.}} = 57.471$ debe compararse con el valor en tablas para una distribución F con 5 grados de libertad en el numerador y 54 grados de libertad en el denominador. El valor de F_{tablas} observado en las tablas estadísticas corresponde a 2.387 (el resultado es una ponderación realizada de acuerdo a los valores en denominador 50: 2.4004 y 60: 2.3683, esto es, debido a la ausencia del valor 54 en el denominador de las tablas estadísticas F). Por lo tanto, $F_{\text{calc.}} > F_{\text{tablas}}$, la hipótesis de investigación del modelo planteado es aceptada a un nivel de confianza del 95 %.

Tabla no. 4.8 ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	92,263	5	18,453	57,471	,000 ^a
Residual	17,338	54	,321		
Total	109,601	59			

a. Variables predictoras: (Constante), X7, X4, X1, X3, X5
Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

4.7 FIV y Coeficientes β

El valor mostrado del FIV (Factor de Inflación de la Varianza) corresponde a valores por debajo de 10, y la tolerancia mostrada para cada una de las variables independientes se encuentra en un nivel aceptable (los valores no son bajos, cerca de 0, y no son altos, no sobrepasan el valor de 1). Esto se refiere a que no hay presencia de multicolinealidad o correlación entre las variables independientes en el modelo de regresión.

Los valores t para cada una de las variables independientes son significativas (Nivel de confianza al 95 % = 0.05 > Sig.)

Tabla no. 4.9 FIV y Coeficientes β

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV
1 (Constante)	-1,280	,562		-2,277	,027		
X7	,393	,186	,336	2,116	,039	,116	8,609
X4	,490	,166	,354	2,945	,005	,203	4,934
X1	-,441	,125	-,394	-3,517	,001	,234	4,280
X3	,514	,195	,416	2,640	,011	,118	8,467
X5	,262	,126	,205	2,089	,041	,303	3,300

Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

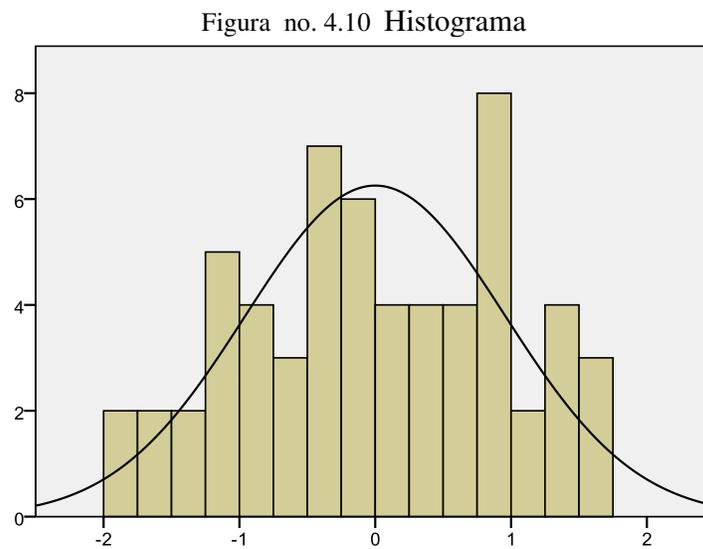
Por otro lado, se plantea la siguiente ecuación de regresión lineal múltiple en base a los coeficientes beta no estandarizados y la constante de la ecuación quedando de la siguiente manera:

$$Y = - 1.280 + 0.393 X_7 + 0.490 X_4 - 0.441 X_1 + 0.514 X_3 + 0.262 X_5$$

Esta ecuación indica que las variables: **Tecnologías desarrolladas (X₇)** representa la variable de mayor importancia en el modelo de regresión lineal múltiple de acuerdo al valor de la beta estandarizado, **Infraestructura tecnológica (X₄)**, **Desarrollo de proveedores (X₃)** y **Desarrollo de competencias (X₅)** tienen un impacto positivo en a variable **Eficiencia energética (Y)**; y la variable **Plan de tecnología (X₁)** tiene un impacto negativo en la variable **Eficiencia energética (Y)**.

4.8 Histograma

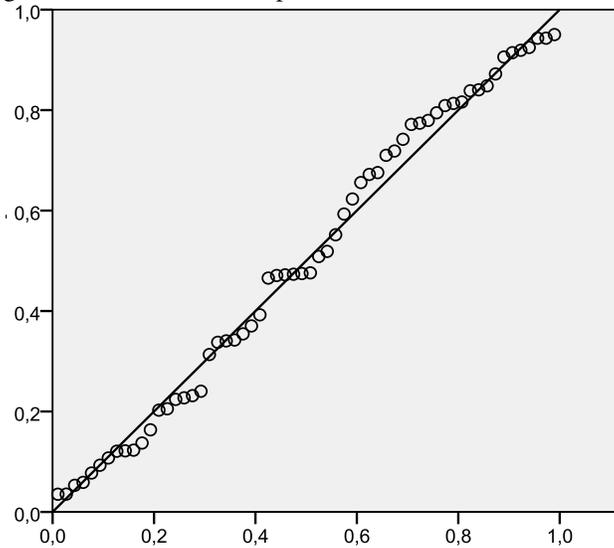
El histograma es la representación gráfica de los datos que muestra la frecuencia de los casos (valores de los datos) en categorías de datos (Hair, et al. 2007). Como se puede observar en la siguiente figura, los datos se encuentran distribuidos normalmente.



Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

Por otro lado, el Gráfico de Probabilidad Normal de los residuos podemos interpretar que, los puntos (observaciones) se aproximan a la línea trazada y se refiere a que los datos se distribuyen de forma normal. Se muestran puntos con un ligero sesgo, sin embargo, no afectan los resultados de la investigación.

Figura no. 4.11 Gráfico de probabilidad normal – modelo RLM



Fuente: Análisis de resultados con SPSS.

4.9 Comprobación de la Hipótesis

De acuerdo a los valores de $F_{\text{calc.}}$ y F_{tablas} , nuestra Hipótesis de investigación se comprueba de la siguiente manera:

$F_{\text{calc.}}$ F_{tablas}
Modelo 1 57.471 > 2.387 H_0 . . . Aceptada con nivel de confianza de 95%

Como se puede observar, al realizar la prueba F, se encontró que para el modelo de regresión lineal múltiple determinado por el paquete estadístico, considera que, la $F_{\text{calc.}}$ 57.4471 > 2.387 de la F_{tablas} para un nivel de significancia de 0.000 y R2 de 0.842. A este nivel, la hipótesis de investigación es aceptada.

H_1 : Los principales elementos de la gestión de tecnología que impactan la eficiencia energética de una planta de cemento son: Plan de tecnología, Desarrollo de proveedores de tecnología, Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa, Desarrollo de competencias tecnológicas, Tecnologías desarrolladas por la empresa.

Capítulo 5. Discusión.

Resulta importante remarcar que la presente investigación estuvo enfocada a los elementos clave de la GT de Equipo de Proceso, con impacto en la eficiencia energética en las plantas de cemento y que la hipótesis de investigación es validada estadísticamente.

5.1 Interpretación del modelo de regresión lineal múltiple.

Teniendo en cuenta la ecuación:

$$Y = - 1.272 - 0.441 X_1 + 0.514 X_3 + 0.490 X_4 + 0.265 X_5 + 0.391 X_7$$

El modelo nos generó los siguientes resultados:

El Desarrollo de proveedores de tecnología (X3) tiene un alto impacto positivo en el logro de la eficiencia energética de una planta cementera, debido a que resulta ser la habilidad para poder alcanzar los resultados deseados, a través del desarrollo de proveedores de tecnología de equipos y optimización del proceso de una planta.

Es aquí donde se refleja una realidad de la gestión de tecnología de equipos de proceso en las plantas de cemento, la necesidad de formar alianzas estratégicas para impactar los resultados de eficiencia energética de la planta y por ende de la empresa o corporación.

La infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa (X4): Tiene un impacto positivo sobre eficiencia energética. Se valida que la infraestructura de los recursos físicos e instalaciones con las que se cuenta para desarrollar tecnología son la segunda variable en importancia desde el punto de vista del impacto positivo, los diseños y proyectos de desarrollo de tecnología internos permiten el desarrollo de ventajas competitivas.

Un ejemplo práctico lo tenemos con plantas de Europa que cuentan con laboratorios para investigación aplicada a equipos de proceso han logrado un alto nivel de sustitución de

combustibles como el caso de Alemania en comparación a las plantas de Centroamérica que no tienen la misma infraestructura y su desarrollo de tecnología se mantiene en un bajo nivel .

Tecnologías desarrolladas por la empresa (X_7): es un elemento clave de la GT que tiene un impacto positivo sobre la eficiencia energética. Aún y cuando dentro de la cultura de los cementeros se menciona que ya mucho está inventado, en nuestra investigación se valida que, de acuerdo a las respuestas obtenidas si se impacta positivamente la eficiencia al desarrollar tecnologías de equipo de proceso internamente y si esto agregamos que se cuenta con la infraestructura adecuada, se genera un ambiente propicio para ello.

El desarrollo de competencias (X_5): Es un elemento clave de la GT que tiene también un impacto positivo sobre la eficiencia energética de una planta cementera. El desarrollo de las competencias del personal es un elemento fundamental en la Gestión de Tecnología, ya que las personas son la interfase más valiosa para lograr los resultados y representan el capital intelectual.

El plan de tecnología (X_1): es un elemento clave de la GT que tiene un impacto negativo sobre la eficiencia energética de una planta. De acuerdo a nuestra investigación, el valor esperado inicial fue que esta variable impactaría positivamente. Sin embargo, al analizar las operaciones de las plantas y las respuestas a los planteamientos de nuestra encuesta principalmente al ítem 1 donde se cuestionó si contaban con un plan de tecnología a nivel planta, se recibieron respuestas más orientadas a los extremos 1 totalmente en desacuerdo que al 5 totalmente de acuerdo.

El fundamento de lo anterior en algunos casos se basó en el hecho de que la planeación de tecnología es responsabilidad de una entidad central. Este punto específicamente nos proporciona un aprendizaje de lo que resulta al procesar la información de nuestro análisis multivariado. En nuestra investigación podemos decir que a menor plan de tecnología mayor eficiencia energética, esto resulta particularmente

relevante ya que significa que las plantas como operación en la mayoría de los casos no efectúan planeación de la tecnología y para el logro de reducir la energía consumida son los otros elementos o variables que tendrán un mayor impacto positivo.

Adicionalmente es valioso destacar que la variable independiente X1 , Plan de tecnología, en una corrida de análisis de regresión lineal nos resulta no significativa con un factor de Durbin Watson de 2.65 que es mayor a 2.5 , aunque una opción fue la de sacar del modelo esta variable, para nuestra investigación decidimos hacer ajustes de normalidad y dejamos la variable X1 con un Durbin Watson de 2.317.

5.2 Aportación al Conocimiento.

Se cuenta con resultados de nuestra investigación que nos permiten valorar el impacto de los elementos clave de la Gestión de Tecnología en los resultados de eficiencia energética de una planta cementera y de acuerdo a esto, nuestra aportación al conocimiento de nuestro proyecto de investigación es:

- Dar a conocer los elementos clave de un modelo de GT, representados por las variables críticas que influyen en la eficiencia energética de una planta cementera.

Al tener conocimiento sobre estas variables críticas podemos darles el valor que representan aplicándolas a nuestra GT de equipo de proceso en una planta cementera y obtener mejores resultados, manteniendo un alto nivel de competitividad.

Por lo tanto, ante la oportunidad de aplicar la gestión de tecnología en las plantas cementeras como una estrategia para lograr la eficiencia energética es una alternativa real que nos permitirá valorar la importancia de considerar el capital intelectual propio y el de proveedores externos, la infraestructura para desarrollar tecnología, el propio desarrollo de tecnología y de las competencias de nuestro personal.

Es ampliamente conocido el desarrollo tecnológico que está teniendo en los países asiáticos y el nivel que se tiene en algunos países altamente desarrollados, México no debe darse el lujo de hacer más grande la brecha tecnológica actual.

5.3 Comentarios de las Variables de la Investigación.

Al realizar el análisis de resultados, tenemos los siguientes comentarios con respecto a cada una de las variables introducidas en el modelo de regresión lineal múltiple:

Eficiencia energética de planta de cemento (**Y**). Medida como la energía total consumida por Toneladas de cemento producido, implica la conservación de recursos por el uso de menos energía total, tanto en cantera como en planta, disponer de equipos de proceso con tecnología que use eficientemente la energía. Lograr reducir los consumos de Kw h/ton de los niveles de 120 a niveles de 95 no es una tarea fácil, pero sí alcanzable si aplicamos las variables de nuestro modelo a la GT de equipo de proceso, ya que no solo lograremos reducir el consumo de energía, ello conlleva otros aspectos de desarrollo sustentable como la generación de menos CO₂ por tonelada producida de cemento y su aportación en la reducción de gases de efecto invernadero.

Plan de tecnología (X1).

Es la base de cómo una compañía encontrará avances tecnológicos, las metas que debe tener, y las políticas que necesita para llevar a cabo esas metas. Ésta debe incluir las necesidades del mercado, las principales competencias y tecnologías, áreas de crecimiento, e infraestructura requerida.

El Plan de Tecnología debe enfocarse a crear ventaja competitiva operativa en el consumo energético total de la planta de cemento. En nuestra investigación nos ha resultado con impacto negativo en el modelo, resulta interesante plantear un análisis posterior formando grupos por países o regiones para profundizar en esta variable y ubicar si es el mismo efecto en América que en Europa por ejemplo.

Innovación (X2).

El número de patentes, el % ventas de la planta invertido en I&D, el número de nuevos productos por año en los últimos tres años. La creación de nuevas formas de mejorar el proceso o de incorporar equipos o componentes que permita reducir los consumos energéticos de una planta de cemento.

Resultó ser una variable que por la parte estadística quedó fuera del modelo, una de las principales respuestas en particular en los países en desarrollo se asocia a la nula generación de patentes y la también muy baja o nula inversión en I&D, la innovación es un elemento importante en los modelos de Gestión de la Tecnología, tanto así que inclusive en México ahora se denomina Premio Nacional de Tecnología e Innovación.

Desarrollo de proveedores de tecnología (X3).

La habilidad de alcanzar los resultados a través del desarrollo de proveedores de tecnología de equipos y optimización del proceso de una planta de cemento.

Valor agregado para la compañía mediante la construcción de una sólida alianza con los proveedores estratégicos.

Estas alianzas pueden incluir productos y servicios donde la compañía pueda generar grandes competencias. Esta decisión de desarrollar proveedores de tecnología de equipo de proceso tiene sus fundamentos en los sistemas de tecnología de información y automatización en las plantas cementeras donde se tienen avances muy significativos como el caso de el control de la demanda eléctrica para el ahorro de energía.

Infraestructura tecnológica desarrollada por la empresa (X4).

¿Cuál es el inventario tecnológico de la planta cementera? Si se tiene una serie de proyectos exitosos, que pasaron por un proceso de propuesta, evaluación y aprobación y que son usados como base del desarrollo de ventajas competitivas, los recursos físicos e instalaciones con que cuenta para desarrollar tecnología de equipo y proceso juegan un papel muy importante para poder lograr resultados. No todas las plantas cementeras tienen una infraestructura que les facilite el desarrollo de tecnología, para nuestro modelo resulta ser un elemento clave que debe incluirse en la GT de equipos de proceso de las plantas de cemento.

Desarrollo de competencias (X5).

Esto incluye los planes y programas de desarrollo de competencias del personal técnico y operativo. La experiencia, los procesos, la maquinaria, los instrumentos, la creación de patentes, el conocimiento, la tecnología, el personal, la infraestructura, la información y los reportes, los resultados de pruebas y otros recursos usados por la compañía para operar. El desarrollo de competencias para personal que participe en la investigación y desarrollo de tecnología permitirá a la planta cementera lograr impactar sus resultados operativos.

(X6) Entrenamiento de expertos.

Tener personal especialista experto en tecnología de equipo y proceso de la planta de cemento con capacidad de crear soluciones que incrementen la eficiencia energética de la planta de cemento. Esta variable en nuestro modelo al aplicar el análisis multivariado resultó quedar fuera y podemos decir que refleja una realidad de las plantas cementeras que es el hecho de no tener un entrenamiento de expertos en las plantas cementeras para formar expertos en I&D de tecnología de equipo de proceso.

Tecnologías desarrolladas por la planta (X7).

Nuevas tecnologías, productos, procesos o conocimiento implantados, que agreguen valor económico a la planta cementera incrementando su eficiencia energética en base a su implementación en un periodo anual. Esta variable resultó favorecida por los desarrollos que efectivamente se hacen en las plantas tanto en equipos de proceso o conocimientos que directamente impactan los resultados de eficiencia energética.

Variable ambiental (X8).

Desperdicio. Reducir los desperdicios o producto no conforme en el cual ya se consumió energía térmica y eléctrica, midiéndose en toneladas de desperdicio o producto no conforme por tonelada de cemento producida.

Emisiones de CO₂. Reducir las emisiones de gas de efecto invernadero. Medido en Kg neto de CO₂ por tonelada de cemento. Cada tonelada de cemento Portland ordinario genera aproximadamente 900 kgs de emisiones de CO₂ neto, otros tipos de cementos producen significativamente menos emisiones.

Reciclaje. Conservación de recursos reciclando desperdicios tanto combustibles como materias primas. Se miden dos dimensiones de esta variable ; % de sustitución de combustibles, por ejemplo usando combustibles alternos , llantas, cascarilla de arroz, basura y el % de sustitución de materias primas, por ejemplo se usa caliza para reemplazar un % del clinker para producir cemento.

En el caso de combustibles se tienen rangos del 0% al 25% o más inclusive en casos de plantas de cemento en Europa. Para las materias primas se maneja un rango el 0 al 10 %.

De la experiencia obtenida en el proceso de nuestra investigación podemos comentar lo siguiente:

En la interacción con los Directores de Planta y/o gerentes técnicos se comentó que las funciones, los roles y las responsabilidades asociadas a la gestión de la tecnología de los

equipos de proceso en las plantas cementeras son realizadas por el mismo personal que tiene funciones operativas de producción, mantenimiento, calidad y administración. La tendencia de los recientes 10 años ha sido reducir al mínimo el personal operativo y como consecuencia de ello se incrementa la carga de trabajo por persona, más sin embargo nuestras unidades de análisis encuestadas donde el Director de Planta o el gerente técnico hicieron énfasis en que para ellos es muy importancia la Gestión de tecnología de equipo de proceso en su objetivo de lograr la máxima eficiencia energética.

La primera encuesta piloto que aplicamos se basó en un instrumento probado internacionalmente denominado TAM (Technology Audit Model) desarrollado en la Universidad de Miami , obteniendo resultados que nos permitieron concluir que para nuestro objetivo específico de evaluar los factores clave de la GT de equipo de proceso en plantas cementeras no fue representativo y tomaríamos solo algunos elementos.

Adicionalmente el instrumento final que aplicamos se validó con Directores de plantas de cemento antes de liberarse para su aplicación y desde ese proceso detectamos una separación entre la Gestión de Operaciones de Planta y el área central que marca directrices en el tema de GT.

El aprendizaje de que la Tecnología es dinámica y no estática me ha permitido visualizar mejor los proceso de mejora continua y entre ellos ubicar la Gestión de Tecnología como un proceso dinámico y evolutivo pero con cimientos y bases fuertes dirigidos hacia el bienestar humano, para nuestra investigación lograr una mejor eficiencia energética en las plantas de cemento, repercutirá en menores consumos de combustibles, uso de otros combustibles, generar menos emisiones de gases efecto invernadero como el CO₂.

Plasmar en un modelo los elementos clave de la GT de equipo de proceso es valioso para poder visualizar hacia dónde dirigir nuestros esfuerzos y entender que cada elemento tiene una aportación y un impacto en los resultados.

Formalmente ninguna planta nos compartió la evidencia de tener un modelo de GT que estuviera siguiendo, más sin embargo si nos mostraron información de GT que está dentro de sus manuales de operaciones, a pregunta específica si disponían de un modelo de GT, la respuestas que nos dieron fue que NO se tenía un modelo, solo se disponía de lineamientos o guías generales y que probablemente en el área corporativa central se tuviera alguno, otra respuesta fue que si disponían de un modelo y que era información confidencial por ello no lo podían mostrar.

Recomendaciones:

- Tener por escrito el plan estratégico hacia la operación de cada planta del que se quiere como GT de equipos de proceso tomando como referencia el modelo obtenido de nuestra investigación.
- Incorporar formalmente a la función de Operaciones de plantas cementeras la responsabilidad clara de la GT de equipo de proceso así como los recursos e infraestructura requerida para su ejecución.
- Crear una infraestructura que facilite la labor de Investigación y Desarrollo de tecnología de equipo de proceso.
- El capital intelectual es fundamental para lograr resultados, por ello el desarrollo de competencias en Gestión de Tecnología es recomendable se proporcione al personal con apoyo de Universidades o académicos que guíen este proceso en una camino con sólidos fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas en cada planta.
- Los esfuerzos de programas de mejora continua, las soluciones aplicadas a problemas puntuales se recomienda se documenten con un enfoque de GT que permita tener planes de mediano y largo plazo.
- Es un hecho que la confidencialidad de la información juega un papel importante para poder lograr desarrollar proveedores de Tecnología de equipo de proceso y que existen riesgos de que la información pueda filtrarse a otras organizaciones, se recomienda se ejecute un análisis de riesgos considerando las acciones para eliminarlos o minimizarlos, pero no elimine este elemento de su modelo de GT.

- Existen programas de apoyo económico del Gobierno Federal para el desarrollo de Tecnología y particularmente en México en el caso particular de algunas plantas de cemento argumenta que no se usa este recurso por toda la información fiscal y financiera que solicitan para otorgarlo. Mi recomendación es que se busquen alternativas para poder tener acceso a estos recursos y realizar investigaciones y desarrollos tecnológicos que permitan lograr mejores resultados en las plantas cementeras.

5.4 Futuras Líneas de Investigación.

- Durante la realización de la investigación y durante el proceso de aplicación de las encuestas se pudo detectar que aún y cuando existen directrices corporativas en cuanto a la planeación de la investigación y desarrollo tecnológico, las plantas cementeras como unidad de negocio gestionan de una manera independiente y con sus propios criterios las operaciones de la planta y en la mayoría de los casos consideran a la planeación de la tecnología como una responsabilidad corporativa. Se propone para los casos donde exista una corporación central que se genere un compromiso de soporte técnico entre las plantas como unidades operativas y el área central corporativa para lograr tener el plan tecnológico de cada planta. Es conveniente destacar que los participantes que apoyaron a la investigación fueron accesibles y atentos, se agradece la atención brindada para concluir con la investigación. Se omiten tanto los nombres de los participantes como las empresas donde trabajan respetando el acuerdo de confidencialidad señalado en el Instrumento de Medición.

- La Gestión de la Tecnología de equipo de proceso debe ser considerada en administración de las operaciones como una poderosa herramienta que sistemáticamente sirva para administrar de manera eficaz todos los esfuerzos en este rubro aplicados por una organización en el corto y largo plazo. En la Gestión de Tecnología en general, se tienen investigaciones enfocadas a obtener análisis comparativos de su grado de aplicación y resultados en las empresas, pero enfocada

a Tecnología de equipo de proceso aplicando nuestro modelo , sería recomendable trabajar en una línea de investigación donde se compare contra otra industria como la del acero que también requiere altos niveles de energía para transformar sus productos para obtener los elementos clave comunes y aquellos que puedan diferir, más sin embargo será de alto valor comprobar el impacto de las tecnologías desarrolladas por la empresa para cada sector.

- Particularmente a nivel País en México los porcentajes de inversión en Investigación y Desarrollo de Tecnología están por debajo de lo que aplican países con alto nivel de desarrollo, en USA por ejemplo más de 5 Universidades tienen programas a nivel maestría y Doctoral para formar especialistas en " Management of Technology" , considerando que en nuestra investigación resultaron elementos clave de la Gestión de tecnología entre otros:

-

El desarrollo de competencias para personal que participe en la investigación y desarrollo de tecnología así como las tecnologías desarrolladas por la empresa, se propone investigar cuales serían los factores determinantes para lograr que las Universidades en México incorporen en sus programas las carreras de GT. La pregunta en este punto es: ¿Cual es la aportación de las Universidades y de la academia para el desarrollo de competencias en la GT de equipo de proceso?

- El desarrollo de proveedores de tecnología para equipo de proceso resulto ser una variable que impacta positivamente la eficiencia energética de las plantas de cemento, me resulta interesante y propongo que se generará una línea de investigación donde se analice una interrelación entre Planta Cementera - Proveedor de Tecnología y Universidad a nivel México y USA. Mi inquietud aquí va a que no concibo desligada a la academia del desarrollo tecnológico de una planta, de una corporación o de un país. Mi pregunta aquí es: ¿quién hace y cómo se hace el proceso de desarrollo de proveedores de tecnología de equipo de proceso?

5.5 Lecciones aprendidas.

- La experiencia práctica es muy valiosa y facilita el entendimiento de procesos, pero no es un factor suficiente para ser un buen investigador.
- Las metodologías de investigación y los métodos de análisis multivariable son herramientas muy valiosas que nos permiten tener argumentos fundamentados de lo que estemos investigando y de la interpretación de los mismos.
- Antes de emitir una conclusión de que no hay información del tema o línea de investigación de nuestro interés, asegurarnos de haber consultado las bases de datos correctas y haber leído los artículos del tema.
- Antes de correr los procesos estadísticos tenía valores esperados y resultados como el de que un elemento o variable quede fuera del modelo, me invito a profundizar más en mi investigación y buscar las probables causas por las que resulto no relevante y también a plantearme otras líneas de investigación dentro del tema de la Gestión de Tecnología de equipo de proceso.
- Ahora si tengo un fundamento que soporte en mi que " solo sé que no sé nada".
- El camino de la investigación está lleno de hallazgos, no todo está visible claramente, hay que hacer el esfuerzo de encontrar lo que es relevante para nuestra investigación.
- Hay momentos en que no puedes profundizar una conversación de tu tema de investigación porque el nivel de profundidad que tienes no necesariamente lo tienen todos y hay que entenderlo como algo normal.
- Siempre está presente la adrenalina en el proceso de buscar ser un investigador, no solo los interdisciplinarios tienen ese ingrediente.
- Gracias a todos los doctores que nos ayudan en este proceso de formación en nuestra búsqueda de ser investigadores y poder iniciar una nueva etapa profesional de aportación al conocimiento.

Bibliografía

- Acosta, J.; Turrent, G.; Olin, M.; González, R. (2000). A model for management of technology. Engineering Management Society, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE. Pp: 63 - 68
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2002). Norma Española Experimental UNE 166000 EX, Gestión de la I + D + I: Terminología y Definiciones de las actividades de I + D + I., España. AENOR. CEMEX. (2006).
- Badii, M.H., A.R. Pazhakh, J.L. Abreu & R. Foroughbakhch. 2004. Fundamentos del método científico. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 1(1): 89–107
- Badii, M.H., J. Castillo, J. Landeros & K. Cortez. 2007. Papel de la estadística en la investigación científica. *InnOvaciOnes de NegOciOs* 4(1): 107-145, 2007 © 2007 UANL, Impreso en México (ISSN 1665-9627)
- Badii, M.H., J. Castillo, J. Rositas & G. Alarcón. 2007e. Uso de un método de pronóstico en investigación. Pp. 137-155. In: M.H. Badii & J. Castillo (eds.). *Técnicas Cuantitativas en la Investigación*. UANL, Monterrey.
- CEMEX. (2000). Informe Anual 2000. CEMEX [en línea]. México. Pp: 16-20
- CEMEX. (2006). Informe Anual 2006. CEMEX [en línea]. México. Pp: 15-20
- Coetzee, F.P. (2000). Sense-seeking systems and assessment of two models in management of technology for propensity to innovate. *Management of Innovation and Technology*, 2000. ICMIT 2000. Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on. Pp: 327 - 332
- Fiksel, J. (2002). *Key Performance Indicators*. Estados Unidos de América: Batelle.
- *Fiksel, J., "Measuring Sustainability in Eco-Design," in M. Charter & U. Tischner, Sustainable Solutions: Developing Products and Services for the Future, Greenleaf Publishing, September 2000.) Global Reporting Initiative (GRI), "Sustainability Reporting Guidelines", June, 2000*
- Gaynor G. H. (1996). *Handbook of Technology Management*. Estados Unidos de América: McGraw-Hill
- Geistauts, G.A.; Baker, E.R., IV; Eschenbach, T.G. (1991). An integrated technology management model, *Technology Management : the New International Language*, 1991. Pp: 742 - 744
- Geistauts, G.A.; Eschenbach, T.G. (1997). Integrative modeling of the technology management system. *Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership*. PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology. Pp: 74
- Hernandez S., Roberto. (2005), *Fundamentos de metodología de la investigación*, México, D. F. : McGraw-Hill
- Innovate America. (2004). *National Innovation Initiative Summit and Report*. Council on Competitiveness.
- International Organization for Standardization. (2000). *Fundamentals and vocabularies*. Norma ISO- 9000.
- Khalil Tarek (2000). *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*. Estados Unidos de América: McGraw-Hill.
- Lasserre, Philippe (2007). "The global cement industry"

- Mezher, T.; Nasrallah, W.; Alemeddine, A. (2006). Management of Technological Innovation in the Lebanese Industry. Technology Management for the Global Future, 2006. PICMET 2006. Pp: 1064 - 1073
- Organization for Economic Co-operation and Development.(1996).The knowledge based economy. General Distribution Francia: OCDE /GD(96)102.
- Organization for Economic Co-operation and Development.(1997). The Oslo Manual: The measurement of scientific and technological actives, proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Francia: OCDE.
- Organization for Economic Co-operation and Development.(2002).The Frascati Manual: The measurement of science and technological actives. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development.Francia:2a ed., OCDE,
- Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R.(2000). Tools for technology management-structure, organisation and integration. Management of Innovation and Technology, 2000. ICMIT 2000. Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on. Pp: 224 - 229
- PICMET(1997). Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership. Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership. PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology.
- Premio Nacional de Tecnología.(2005).Guía de Participación 2005, México.
- Qingrui Xu; Jin Chen; Bin Guo (1998). Perspective of technological innovation and technology management in China.Engineering Management. IEEE Transactions on. Pp: 381 - 387
- Roussel F.; Kamal S.; Erickson T.(1991) Third Generation R&D. Estados Unidos de América: Harvard Business School Press.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial de México.(s.f.).199cinco Ley de la Propiedad Industrial.
- Secretaría de Economía de México. (s.f.). 2005 Última reforma. Obtenido en: Agosto 20, 2007, de <http://www.diputados.gob.mx/layinfo/pdf/cinco0.pdf>
- Skilbeck, J.N.; Cruickshank, C.M. (1997). A framework for evaluating technology management process. Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership. PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology. Pp: 138 - 142
- Taylor, Michael, Tam Cecilia and Gielen Dolf (2006). Energy efficiency and Co2 emissions from the Global Cement Industry. IEA París, 4- 5 September 2006.
- Thamhain, Hans J. (2005). Management of Technology: managing effectively in technology-intensive organizations. Estados Unidos de América: Mc Graw-Hill.
- Vargus, G.A.(1991). Strategic management of technology for manufacturing operations. Technology Management : the New International Language. Pp: 424-427
- Yildirim, O.U.; Oner, M.A.; Basoglu, A.N. (2001). Technology processes management capability profiles of machine manufacturers in Turkey. Management of Engineering and Technology, 2001. PICMET '01. Portland International Conference on. Pp: 455 - 456

Apéndices.

Anexo A. Instrumento de medición.

Proyecto de Investigación sobre los elementos de gestión de tecnología de proceso que impactan la eficiencia energética en una planta de cemento.

I. Objetivo del Estudio: El estudio tiene la finalidad de examinar las variables que se aplican en la Gestión de la tecnología de equipos de proceso en la industria del cemento a nivel global y medir el impacto de cada una de ellas. Los resultados de la encuesta serán utilizados para obtener un mejor entendimiento sobre cuales variables tienen mayor impacto en el consumo de energía del proceso el cemento.

II. Objetivo de la Encuesta: Los datos de la encuesta son utilizados solamente para fines de investigación.

III. Instrucciones de llenado.

1. Le agradecemos conteste todas las preguntas. Algunas preguntas podrían parecer iguales, sin embargo, el propósito de cada una de ellas es conocer diversos aspectos de la Gestión de la tecnología.

2. En la presente encuesta no existen preguntas correctas o incorrectas. Por favor conteste cada pregunta conforme a su experiencia de trabajo y conocimientos, No en lo que desee sea cierto o que podría ser en un futuro.

3. Para cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de esta encuesta contacte por favor a Juan Carlos Solís Galván vía e-mail: jcsolisg@gmail.com

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN		DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO		CENTRO DE NEGOCIOS INTERNACIONALES		
"ELEMENTOS CLAVE DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA (GT) CON MAYOR IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS PLANTAS DE CEMENTO. ESTUDIO DE PLANTAS DE CEMENTO."						
Instrucciones de Llenado:						
a) Favor de leer detenidamente todas las preguntas y marcar la respuesta más apropiada.						
b) Su respuesta deberá referirse a la situación real que usted observa de la planta.						
c) Gracias de antemano por contestar todas las preguntas.						
Esta información es exclusivamente para un estudio académico. Sus respuestas son estrictamente confidenciales y permanecerán en el anonimato.						
En este primer apartado se tiene la finalidad de recabar información genérica y descriptiva tanto del Encuestado como de la Empresa.						
Nombre del encuestado :						
Nombre Planta y ubicación (Ciudad / País):						
Antigüedad del Encuestado en la Empresa:	años	Género del Encuestado: Masc		Fem		
Edad del Encuestado:	años	Cargo que ocupa en la Empresa:				
Número de Empleados (tamaño de la planta):		Cargo que ocupa en la Empresa:				
Nivel de Estudio Máximo Terminado: ____	(1=Primaria y/o Secundaria), (2=Preparatoria), (3=Licenciatura), (4=Maestría), (5=Doctorado)					
Fecha de inicio operaciones de la Planta:		Capacidad Instalada en TPD de clínker y # de hominos		____TPD clínker / ____ Hominos		
Si desea recibir los resultados que obtengamos de esta investigación por favor indíquelo a continuación:						
SI	Favor de proporcionar una dirección de correo electrónico	E-mail				
NO	Agradecemos su amable cooperación					
En este segundo apartado se tiene la finalidad de recabar la información propia de la Investigación Doctoral acerca de la Planta.						
Complete las siguientes preguntas dando uso a la escala indicada en ellas, considerando datos promedio de los últimos 2 años.						
Marque la casilla con una "X"						
PLAN DE TECNOLOGÍA						
		1	2	3	4	5
1	¿Se cuenta con un plan de tecnología? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
2	¿Considera que se dispone de equipos de proceso más actualizados tecnológicamente que la competencia? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
3	¿Se han establecido objetivos y políticas para actualizarse permanentemente en los avances tecnológicos del proceso? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
INNOVACIÓN						
		1	2	3	4	5
4	Número de patentes nacionales (1= 1, 2= 2, 3= 3, 4= 4, 5= 5 ó +)					
5	Número de patentes internacionales (1= 1, 2= 2, 3= 3, 4= 4, 5= 5 ó +)					
DESARROLLO DE PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA						
		1	2	3	4	5
6	¿Cuántos proveedores de tecnología de equipos e insumos de proceso desarrolló la planta en los últimos 2 años? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 6-7, 5= 8 ó +)					
7	¿En cuanto se ha incrementado el beneficio a la operación con el desarrollo de proveedores de tecnología de equipo e insumos de proceso? (1= 0-4%, 2= 5-8%, 3= 9-12%, 4= 13-15%, 5= 16% ó +)					
8	% de áreas o secciones tecnológicamente optimizadas sobre toda la línea de proceso en los últimos 2 años (1= 0-4%, 2= 5-8%, 3= 9-12%, 4= 13-15%, 5= 16% ó +)					
9	¿Se tiene establecida un plan de desarrollo de proveedores de tecnología de equipo de proceso? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DESARROLLADA POR LA EMPRESA						
		1	2	3	4	5
15	¿Qué porcentaje de equipo principal se ha reemplazado en los últimos 2 años? (1= 0-2%, 2= 3-4%, 3= 5-6%, 4= 7-8%, 5= 9% ó +)					
16	¿En los últimos 2 años qué porcentaje de instalaciones (COP y laboratorio) es nuevo ó se encuentra remodelado? (1= 0-2%, 2= 3-4%, 3= 5-6%, 4= 7-8%, 5= 9% ó +)					
17	¿Cuántos proyectos en los últimos 2 años, se usaron para el desarrollo de ventajas competitivas? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 6-7, 5= 8 ó +)					
19	¿Se realizan reuniones internas para verificar alternativas tecnológicas a los procesos productivos existentes? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
21	Los empleados consideran que la empresa tiene una buena relación con los canales de distribución existentes (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
22	En la planta, se cuenta con Software y/o herramientas especializadas para la administración de procesos operativos (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4 = De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					

DESARROLLO DE COMPETENCIAS		1	2	3	4	5
23	¿Cuánto personal ha sido capacitado en las principales etapas del proceso? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 6-7, 5= 8 ó +)					
24	¿Cuánto personal ha sido capacitado para mejorar de la eficiencia del proceso? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 6-7, 5= 8 ó +)					
25	¿Cuánto personal ha sido capacitado en innovación tecnológica? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 6-7, 5= 8 ó +)					
26	¿Cuántos planes y/o programas de desarrollo de competencia de personal técnico y operativo se han generado? (1= 0-1, 2= 2-3, 3= 4-5, 4= 5-6, 5= 7 ó +)					
ENTRENAMIENTO DE EXPERTOS		1	2	3	4	5
27	¿Se ha proporcionado entrenamiento a expertos de desarrollo de tecnología e innovación? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4= De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
28	¿Cuántas horas en promedio de entrenamiento tiene en los últimos 2 años? (1= 0-50 hrs, 2= 51-100 hrs, 3= 101-150 hrs, 4= 151-200 hrs, 5= 201 ó +)					
29	¿ Es conveniente tener personal experto en tecnología de equipos de proceso en las operaciones de plantas de cemento? (1 = Totalmente en Desacuerdo, 2 = En Desacuerdo, 3 = Neutro, 4= De Acuerdo, 5 = Totalmente de Acuerdo)					
TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS		1	2	3	4	5
31	¿Cuántas mejoras tecnológicas a insumos de proceso (combustibles, adiciones) en los últimos 2 años se han implementado en la planta? (1= 1-2, 2= 3-4, 3= 5-6, 4= 7-8, 5= 9 ó +)					
32	¿Cuántas mejoras a equipo principales de proceso en los últimos 2 años se han implementado en la planta? (1= 1-2, 2= 3-4, 3= 5-6, 4= 7-8, 5= 9 ó +)					
33	¿Cuántas mejoras a equipo auxiliares de proceso en los últimos 2 años se han implementado en la planta? (1= 1-2, 2= 3-4, 3= 5-6, 4= 7-8, 5= 9 ó +)					
VARIABLES AMBIENTALES		1	2	3	4	5
35	¿Cuál es el porcentaje del desperdicio actual en comparación con el que se disponía antes de tener un plan de tecnología? (1= 41% o +, 2= 31-40%, 3= 21-30 % +,4= 11-20%,5= 0-10%)					
36	¿Cuantos kilogramos de CO ₂ por tonelada de cemento esta produciendo la planta en promedio en los últimos 2 años? (1= 901 ó +, 2= 801-900, 3= 701-800, 4= 501-700, 5= 500 ó -)					
37	¿Cuál es el porcentaje de sustitución de combustible con el que trabaja la planta en promedio en los últimos 2 años? (1= 0-5%, 2= 6-10%, 3= 11-15%, 4= 16-20%, 5= 21 ó +)					
38	¿Cuál es el porcentaje de sustitución materias primas con el que trabaja la planta en promedio en los últimos 2 años? (1= 1-5%, 2= 6-9%, 3= 10-15%, 4= 16-20%, 5= 29 ó +)					
39	¿Cuál es su combustible primario? (1= Otro, 2= Combustible, 3= Carbon, 4= Coque, 5= Gas Natural)					
Y	¿Qué eficiencia en consumo de energía eléctrica total de la planta ? KWH / Ton Cemento (1=125 o +, 2= 116-125, 3= 105-115, 4= 96-104, 5= 95 ó -)					

Anexo B. Modelo gráfico final de GT

