

09-017

METHODOLOGY FOCUS FOR ELABORATION OF SOCIAL DEVELOPMENT PROJECTS IN MARGINAL AREAS IN MEXICO BASED ON INDUSTRIAL ENGINEERING TECHNICS

González Almaguer, Carlos Alberto; Vazquez Feijoo, Jose Horacio;
Manriquez Yopez, Jose; Días, Ana Cristina; García, Luis; Grullón, Benjamín
Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro

The present paper shows the research made by Industrial Engineering academic of Monterrey Institute of Higher Education Campus Queretaro, conformed by teachers and students whom developed a methodology for new product project at poverty areas of Mexico. This methodology was validated through the elaboration of a social project in a small community of the state of Guanajuato, the objective of the project was design a product based on tomato as a raw material. The academic model called Tec 21, to develop skill for graduated alumni, as well as teamwork, solving problems, and the humanistic and sustainable vision. This methodology makes sure the project elaboration in a short time, high quality also his viability in order to be sponsored by governmental programs and foundations as well poverty eradication programs. This methodology is based in industrial engineering like as design of experiments, phase creative, project management, sustainability, concurrent engineering; according to requirements requested by governmental institutions, banks and investment societies.

Keywords: *Concurrent; Sustainability; Creativity*

ENFOQUE METODOLÓGICO PARA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO SOCIAL EN ZONAS MARGINADAS DE MÉXICO BASADO EN TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Este documento refleja el trabajo realizado por la academia de Ingeniería Industrial del Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro, compuesta por profesores y alumnos en el cuál se desarrolló una metodología para la elaboración de proyectos de desarrollo social en zonas marginadas de México, la cual fue validada en una zona vulnerable del estado de Guanajuato desarrollando un proyecto agroindustrial basado en tomate para una organización de la sociedad civil. El modelo Tec 21 del sistema tecnológico busca desarrollar competencias de egreso entre nuestros estudiantes, de las cuales destacan el trabajo multidisciplinario, la solución de problemas y la visión humanística y sustentable. La metodología aquí presentada asegura la realización de proyectos en tiempos reducidos así como su viabilidad para ser apoyados por organismos gubernamentales y fundaciones de tal manera que coadyuvamos al esfuerzo de reducción de la pobreza en México. La metodología estaba basada en técnicas de diseño de experimentos, técnicas de fase creativa, administración de proyectos, desarrollo sustentable, ingeniería económica, ingeniería concurrente y adecuada a las necesidades y restricciones de las personas a las que va dirigido, así como compatible con los requerimientos técnicos de la banca de desarrollo y organismos gubernamentales que avalan proyectos productivos en México.

Palabras clave: *proyectos de desarrollo social; sustentabilidad; diseño de experimentos; administración de proyectos*

Correspondencia: Carlos Alberto González Almaguer cagleza@prodigy.net.mx

cgonzalez@itesm.mx Agradecimientos: Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro

Escuela de Ingeniería Industrial y Mecánica

1. Introducción.

En los últimos años instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y el gobierno mexicano han detectado la importancia de impulsar los proyectos de desarrollo social para ayudar a disminuir la pobreza en las zonas marginadas de México, por lo que se han canalizado esfuerzos en los tres niveles de gobierno, federal, estatal y municipal para inyectar presupuesto a estos proyectos productivos pero la realidad al día de hoy, es que estos proyectos han fracasado y el porcentaje de éxito es menor al 10%.

¿Cuáles son los factores por los cuáles los proyectos han fracasado? Podemos segmentarlos en dos grandes áreas: la concepción y la gestión del proyecto. En la concepción del proyecto las autoridades han determinado las necesidades y buscan una solución preconcebida en la mayoría de las soluciones, como son experiencias pasadas, proyectos exitosos en otros países o estados, pasando por alto la importancia de que los habitantes de la comunidad sean ellos quienes determinen en base a la experiencia y al conocimiento del campo el tipo de proyecto. El segundo gran error es no plantear un modelo sistémico, sino definir el proyecto como un producto aislado y es común ver en México elefantes blancos, nombre que define construcciones que no están en uso debido principalmente que el enfoque reduccionista de soluciones aisladas.

En el área que corresponde a la gestión del proyecto el primer error es no definirlo como un sistema, es decir, como un conjunto de elementos relacionados entre sí para lograr un fin común, sin identificar las fronteras entre el sistema interno y los externos, así como sus características y propiedades muy particulares. El segundo error es no tener una visión en prospectiva, por lo general, los proyectos de desarrollo social tienen una solución a corto plazo, sin tener en cuenta el crecimiento y la afectación a otras comunidades y regiones. El tercer error es una gestión secuencial y no paralela del proyecto, circunstancia por lo que algunas iniciativas se alargan más de lo planificado provocando en su gran mayoría que no se terminen por falta de presupuesto y si la línea de tiempo atraviesa períodos entre una gestión gubernamental agravándose con la alternancia en el poder de partidos políticos estos proyectos simplemente se cancelan por no ser estratégicos a las nueva visión del gobierno entrante.

¿Cómo podemos hacer estudios de viabilidad de proyectos confiables? Primero, que la definición del proyecto nazca de la comunidad, las instituciones deben ser facilitadoras de las herramientas de fase creativa y de ayudar a que los proyectos sean factibles dando asesoría y capacitación de tal manera que la comunidad sienta el proyecto como suyo y no una ocurrencia gubernamental. La segunda respuesta se encuentra en identificar y elaborar perfectamente los estudios que lo componen, en nuestro caso para los proyectos agroindustriales identificamos cinco que son técnicos, de mercado, financiero económico y de sustentabilidad, y la totalidad de la solución en tener un enfoque sistémico, en prospectiva y de ingeniería concurrente.

Nuestra propuesta de metodología para incrementar el porcentaje de proyectos agroindustriales exitosos en las zonas marginadas de México se basa en dar solución a las preguntas anteriormente planteadas.

2. Metodología propuesta.

2.1. Definición del producto.

La fase creativa es la aplicación de una serie de herramientas de creatividad que usadas individualmente o en grupo nos permiten dar soluciones a un problema determinado, no es objetivo de este documento explicar o ahondar en las metodologías de creatividad salvo en la Ingeniería del Pensamiento que es una innovación presentada en esta investigación, en cuanto a las demás metodologías si es tema de este documento establecer los vínculos y conexiones con el diseño experimental tanto en el planteamiento del problema e identificación de las variables que están afectando el proceso bajo investigación. En nuestra metodología son usadas

- Lluvia de ideas (Brainstorming)
- Mapas Mentales (Mind Maps)
- Triz
- Ingeniería del Pensamiento.

2.2.1. Ingeniería del pensamiento.

La matematización de las ideas ha sido un anhelo perseguido por los investigadores a través de los años, y mediante los conceptos teóricos del Profesor Luis Gaudí perteneciente a la Universidad Politécnica de Catalunya en cuanto a la Ingeniería del Pensamiento que permite solucionar problemas del mundo real a través de conexiones lógicas, se hizo una adecuación a dichos planteamientos a través de las matemáticas de conjuntos.

Definimos un conjunto a una colección de objetos y a los objetos que lo forman se les llama elementos del conjunto [1], a través de la lógica de las proposiciones establecemos enunciados lógicos que su valor puede ser verdadero (1) o falso (0), de esta manera una proposición p es verdadera puede definirse p' cuando esta es falsa que es verdadera cuando p es falsa y que es falsa cuando p es verdadera, se lee “no p ”. Llamaremos Universo al conjunto que en un momento dado es usado como marco de referencia para formar conjuntos.

Basándonos en los conceptos anteriores, tanto en diseño de producto como en la solución de problemas la Ingeniería del Pensamiento establece proposiciones lógicas que buscan eliminar la dispersión de ideas y aislar los factores que inciden directamente a la solución del proceso, mediante la lógica de conjuntos determina cuáles variables están interactuando entre sí, y establece los fundamentos para encontrar los parámetros del producto. Esto significa una reducción importante en el tiempo de desarrollo e investigación al eliminar el proceso de prueba y error y determinar con precisión un producto robusto.

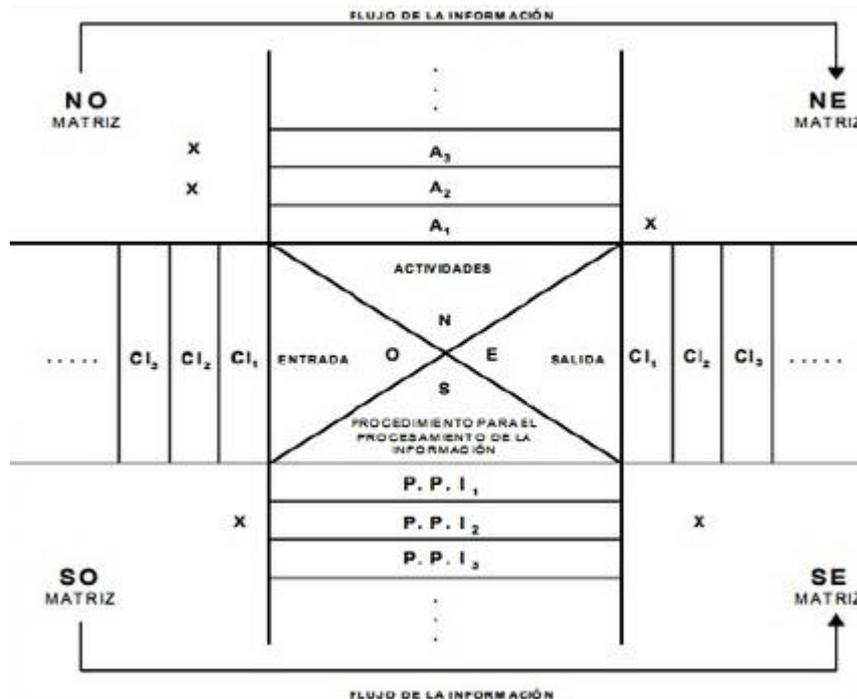
2.2. Gestión del proyecto.

Definir los estudios técnicos, de mercado, financieros, sustentabilidad y sociales no aportaría nada novedoso a la gestión de proyectos, pero una metodología que permita identificar las actividades, mapear sus precedencias e identificar cuáles son las transformaciones de las actividades así como la calidad y expectativas deseadas por la entidad que las requiere para a su vez procesarlas aporta una gestión de proyectos con un enfoque sistémico, con pensamiento en prospectiva y concurrente [2]

La definición de actividades del proyecto es una consecuencia lógica de la definición del producto y de los procesos que deben de realizarse para la construcción de los estudios que conforman el proyecto. Es en esta parte donde la ingeniería de sistemas, el pensamiento en prospectiva y la ingeniería concurrente trabajan para la construcción de las actividades de gestión del proyecto. Uno de los grandes errores es generar actividades muy generales, sin un objetivo claro y que no tiene definido el responsable de ella ni sus características ni especificaciones que requiere la actividad que le precede. En la practicidad tener actividades definidas de manera general provoca que actividades criticas queden expuestas a la ambigüedad y se pierda el control sobre ellas.

Para evitar esta ambigüedad nos basamos en los mapas mentales para representar todas las actividades, sus predecesores, así como los responsables de realizarlas siguiendo un enfoque de pensamiento sistémico, es decir, no perder nunca la conectividad entre ellas. el siguiente paso será definir las especificaciones de cada actividad y el documento o proceso que las realiza, usando la metodología de sistemas de información de Wilson [3] y el pensamiento de sistemas de Checkland [4] se adapta una técnica de representación sistémica de las actividades, Wilson propone mapear la información a través de la Cruz de Malta, (Figura 1) la cuál del lado oeste (O) ó x negativo recibe la información, en lado y positivo (N) representa las actividades, el eje y negativo (S) representa el método, documento o proceso en el que se encuentra la información, por lo que intersectamos las entradas de información con las actividades y su medio, al existir una transformación se libera una nueva información representada en el eje x positivo (E) la cual a su vez se entrega a su predecesor a través de un documento, proceso o archivo por lo que se genera un control muy preciso del proyecto. Ver figura 2.

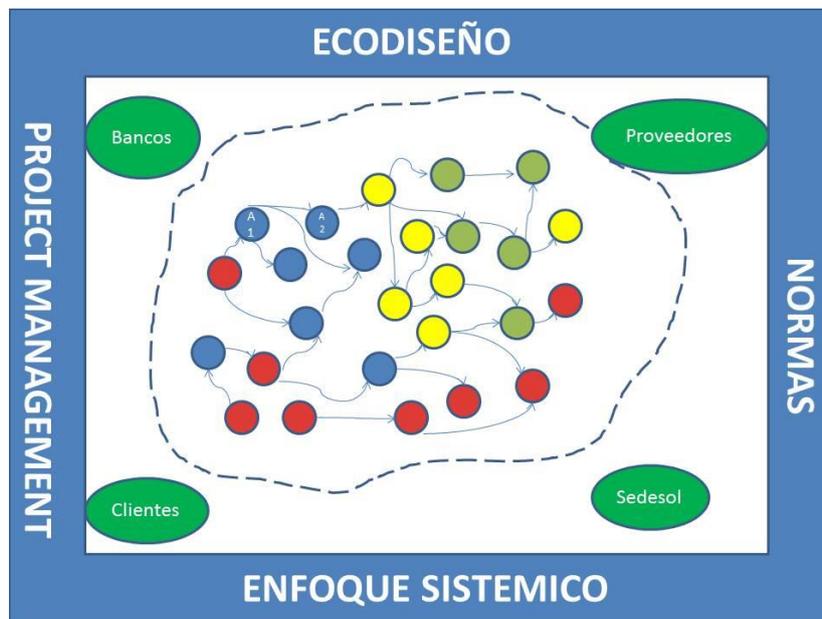
Figura 2. Cruz de Malta del flujo de información del proyecto.



Es importante destacar que más de una entrada de información puede afectar una actividad, por lo que se debe definir, a estas le podemos también llamar entregable de las actividades anteriores, el cuál debe estar definido acorde a las características y diseño elaborados por el dueño de la actividad que las requiere para su proceso. Es importante destacar la importancia del eje y negativo o sur, ya que aquí se define procedimiento para el procesamiento de la información y bajo que formato se estará enviando a la actividad que la está requiriendo.

El siguiente paso es hacer una Cruz de Malta de todos los estudios lo que nos permitirá tener el elemento catalizador para generar una representación gráfica del sistema, identificando el sistema interno que son los estudios que conforman el proyecto y que pueden ser controlados por los responsables, y los sistemas externos que no son controlables pero que inciden en nuestro proyecto por la interacción de actividades vitales que por su dependencia pueden en un momento determinado provocar el fracaso al no tenerla identificadas ni plantear los mecanismos para poder interactuar exitosamente con ellas. Figura 3

Figura 3. Diseño del sistema



En la construcción del sistema se sugiere usar colores para mapear las actividades dependiendo del estudio a la que pertenecen, de esta manera podemos identificar el cruce de información entre los diferentes equipos de trabajo, el sistema interno se delimita a través de una línea punteada y los sistemas externos quedan fuera de ella. Se propone una visión para diseñar el sistema basado en la gestión de proyectos, el enfoque sistémico las normas para la elaboración del producto, y el ecodiseño. Este modelo es el cimiento de la construcción del diagrama de Gantt, herramienta que nos permitirá a través de la administración de proyectos gestionar que las actividades se cumplan en tiempo, con la calidad y especificaciones requeridas de una manera concurrente y en prospectiva.

3. Caso estudio.

Seleccionamos una organización de la sociedad civil que se encuentra dentro de una de las regiones más pobres de México y es considerada como de pobreza extrema, en los años 70's esta región fue considerada un gran emporio agrícola, diversas situaciones entre las que se encuentran la crisis económica de los 80's, la fijación de los precios de garantía, el fenómeno de migración masiva hacia las ciudades y los Estados Unidos así como otros factores provocaron que la agricultura que era el medio de vida de la gente de la comunidad dejara de ser una actividad lucrativa.

La OSC tiene un invernadero en el cuál se sembraba tomate para autoconsumo y venta, el cuál dejo de operar en el 2013 debido a que los benefactores de la casa hogar disminuyeron y debido a que la ley impide a las OSC que están constituidas como asociaciones civiles sin fines de lucro obtener beneficios económicos por una actividad productiva y la rentabilidad de la venta de tomate por sí sola permitía solo pagar los gastos de operación y en algunos momentos, generaba pérdidas.

A través de la fase creativa, los alumnos del curso de viabilidad de proyectos del Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro tomaron el reto de diseñar un proyecto productivo que le diera un valor agregado al tomate que se sembraba, un rediseño del invernadero y a través de un mecanismo legal constituir una asociación civil que beneficiara a la comunidad donde estaba enclavada la casa hogar con trabajo bien retribuido y un programa de beneficios a las familias a la familia para que fuera un crecimiento sustentable de la población.

Usando las metodologías de lluvias ideas, ingeniería del pensamiento y TRIZ los alumnos diseñaron un tomate deshidratado envasado, el cuál buscaría canales de distribución locales en su primera fase para después buscar la exportación. Figura 3

Figura 3. Modelo de uso de fase creativa para el diseño de nuevos productos



El segundo paso fue dividir el equipo para realizar los cinco estudios con una visión en prospectiva, es decir, no buscar soluciones a los problemas de hoy, sino usando la analogía de una partida de ajedrez, adelantarse al crecimiento del negocio y diseñar procesos flexibles para su crecimiento, cumpliendo con las normas mexicanas e internacionales para ofrecer un producto de la más alta calidad, al menor precio y que fuera sustentable.

Usando la metodología propuesta el equipo diseño el proyecto a través de un estudio de prefactibilidad que fue representado por un mapa mental donde estaban descritas las actividades, los responsables y sus conectividades, con esto se generó la cruz de malta para cada estudio y finalmente, la cruz de malta para todo el proyecto, este proceso fue lento, pero nos basamos en la premisa de dedicar el tiempo suficiente al diseño para al momento de estar realizando los estudios la información fluyera en las direcciones correctas, evitando la secuencialidad, privilegiando el pensamiento sistémico y concurrente.

Con el Gantt del proyecto ya diseñado comenzamos la etapa de trabajo elaborando cada uno de los estudios respetando los tiempos y monitoreando cada actividad en herramientas de google y de redes sociales, lo que nos permitía visualizar al momento los avances del proyecto y si surgían restricciones tomar acciones inmediatas, por lo que esta manera de trabajar genero avances consistentes sin demoras que afectaran los tiempos marcados.

La última fase del proyecto se basaba en hacer estudios de viabilidad, por lo que al trabajar en diferentes escenarios de negocio durante la realización de los estudios nos permitió llegar al final del camino a simular diferentes posibilidades tanto técnicas, de mercado y de sustentabilidad con el que se definió que la primera fase era crear una asociación civil con fines de lucro que donará el 80% de sus utilidades a la OSC Providencia Juventud y Alegría AC, Ciudad de los Niños y a través de esta estructura legal, diversificar la fuente de financiamientos del proyecto usando diferentes programas gubernamentales afectando positivamente a la comunidad y la región con una fuente de empleo y programas sociales para las familias de los trabajadores comprando tomate de los productores legales, hacer el proceso de deshidratación envasarlo y comercializarlo. En la segunda fase aprovechando los ingresos económicos rediseñar el invernadero para generar a través de la hidroponía y la selección apropiada de semilla el cultivo de los propios tomates para exportar el producto a Europa principalmente.

4. Conclusiones.

En el Tecnológico de Monterrey la misión es formar personas con sentido humano y espíritu emprendedor, la generación de nuevos negocios y empresas en México es altamente estratégico, pero más importante es la creación de empresas que perduren y no solo representen una estadística de crecimiento tanto en trabajadores y empresas dadas de alta sin considerar que en poco más de un año se cierran los centros de trabajo y se den de baja a los trabajadores, estadísticas que no son publicadas.

Creatividad y crisis van de la mano,[5] y [6] es la mejor motivación para hacer uso de lo mejor que tenemos apoyados por las metodologías y técnicas enseñadas en la universidad, con enfoques sistémicos basados en un pensamiento concurrente y en prospectiva permite el diseño de empresas con alta probabilidad de perdurar en el tiempo. La agroindustria ha tenido un crecimiento a nivel mundial, la tecnificación del campo y el uso sistematizado del

diseño de experimentos para encontrar las variables y parámetros apropiados ha permitido a los agricultores ver crecer sus utilidades, el no uso de metodologías y financiamiento oportuno son causas de proyectos que fracasan [7]

El uso del ecodiseño para dar soluciones innovadoras a los procesos productivos permite abonar a la competitividad de las empresas al reducir hasta en un 70% los costos de uso de energía que es lo más caro del proceso productivo actual en el campo mexicano, un proceso de manufactura eficiente y rentable, estrategias de mercado innovadoras, la suma de todo estos factores trabajando de la mano con los miembros de la comunidad permitirá revertir la estadística negativa de proyectos productivos que fracasan a proyectos productivos éxitos que generen una economía de escala que en el corto, mediano y largo plazo erradiquen la pobreza.

No creemos que los programas de beneficio que otorgan recursos sean la solución, porque al final esto es una fábrica de pobres que limita su capacidad de trabajo, sin embargo la creación de empresas sociales permitirá revertir la pobreza en México. [8]. [9], [10]

Los alumnos tienen la oportunidad de trabajar en un proyecto real, de sensibilizarse con la realidad de un México polarizado entre pobres muy pobres y ricos demasiado ricos, trabajar en un proyecto agroindustrial provoca sacar lo mejor de ellos debido a las restricciones que existen en las organizaciones de la sociedad civil y a través de la creatividad generar soluciones innovadoras y muy rentables, proyectado esta experiencia al mundo empresarial donde hay recursos y apoyo seguramente les dará a los alumnos la confianza para presentar soluciones innovadoras basadas en la tecnología, metodologías y técnicas estudiadas en la universidad y que representará una rentabilidad considerable en las empresas para las que trabajen.

5. Referencias

- [1] Montgomery, D. *The use of statistical process control and design of experiments in product and process improvement*, IIE Transactions Volume 24 Issue 5 1992 , pp 4-17
- [2] González C. Rioja O. Lloveras J. 16th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering LCE. *New product and innovation for agro industries using renewable energy*, 2009. The Cairo, Egypt.
- [3] Checkland, P., 1993, *Systems Thinking, System Practice*, 157-211
- [4] Wilson, B. *Systems: Concepts, Methodologies*, John Wiley and Sons 1990
- [5] Lloveras, J., 2007, *Creatividad en el diseño conceptual de ingeniería del producto*, *Creatividad y Sociedad*, No, 10 *Creatividad y Ciencia*, Marzo 2007 pp. 133-145
- [6] Altshuller, G.S., *Creativity as an Exact Science*, Gordon & Breach Science Publishing House, 1984, New York

- [7] Espinoza I (2015, Marzo 17). Falta apoyo a la agroindustria. *El Siglo de Durango*. Obtenido de <http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/579610.falta-apoyo-a-la-agroindustria.html>

- [8] Agencias (2013, Julio 13). Impulsa IIC proyecto a favor de agroindustria en Tenancingo. *NTR Periodismo crítico*. Obtenido de <http://ntrzacatecas.com/2013/07/13/impulsa-iica-proyecto-a-favor-de-agroindustria-en-tenancingo/>

- [9] Barrón M.A. (2000, Marzo). La agroindustria del tomate y las regiones pobres en México. *Revista Bancomext*. Obtenido de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/50/10/RCE.pdf>
- [10] Agencias (2000, Marzo). Impulsa SAGARPA valor agregado a la tuna con agroindustria. *Uniradio Informa*. Obtenido de <http://www.uniradioinforma.com/noticias/mexico/135406/impulsa-sagarpa-valor-agregado-a-la-tuna-con-agroindustria.html>