



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
DIRECCION DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA  
ESPECIALIZACION EN SCADA

**Propuesta de formulación de una metodología de gerencia de  
proyecto para Sistemas SCADA en el sector de energías  
alternativas**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela para optar al Título  
de Especialista en Sistemas de Adquisición  
de datos y Control Supervisorio (SCADA)  
por la Lic. en Computación Maura Fernández

Caracas, julio de 2007

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
DIRECCION DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA  
ESPECIALIZACION EN SCADA

**Propuesta de formulación de una metodología de gerencia de  
proyecto para Sistemas SCADA en el sector de energías  
alternativas**

Tutor Académico Prof. Jorge-Luís Velazco Osteicoechea,

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela para optar al Título  
de Especialista en Sistemas de Adquisición  
de datos y Control Supervisorio (SCADA)  
por la Lic. en Computación Maura Fernández

Caracas, julio de 2007

## Dedicatoria

Gracias a Dios y a la Virgen Maria por ser mis baluartes en la culminación de una nueva meta en mi vida.

Gracias a mis hermanos, por su paciencia y comprensión y que siempre han apoyado mis proyectos y han sido pilar de mi desarrollo personal y profesional.

## Agradecimientos

A mi tutor y asesor Dr. Jorge Luís Velazco, un reconocimiento muy especial porque además de ser poseedor de una gran sabiduría, experiencia y dotes para transmitir sus conocimientos, también es un ser humano preocupado por el logro de las metas de sus alumnos. Su empeño y perseverancia fueron pilares fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto.

## UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

### **Propuesta de formulación de una metodología de gerencia de proyecto para Sistemas SCADA en el sector de energías alternativas**

Autor: Maura A. Fernández Gonzalez

Tutor: Jorge-Luís Velazco Osteicoechea

Fecha: Julio 2007

#### RESUMEN

Este proyecto de investigación está focalizado a la formulación de una metodología de gerencia de proyectos que pueda servir de guía para el diseño e implantación de sistemas de adquisición de datos, supervisión y control (SCADA) para el sector energético que hace uso de las energías alternativas. El objetivo fue cumplido debido a la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la especialización de SCADA, la experiencia alcanzada durante años de trabajo en proyectos de automatización industrial con énfasis en sistemas SCADA y a los conocimientos obtenidos de las materias cursadas en el Diplomado de Energías Alternativas de la UCAB. En el desarrollo del trabajo se plantea la situación actual de las energías alternativas, en la cual se pone en evidencia que en Venezuela existe la posibilidad de una participación importante de las energías alternativas (EA) en el balance energético, sobre la base de su potencial de explotación, al análisis del sistema energético nacional y de la actitud del Estado ante las EA. Actualmente se prevén grandes desarrollos alternativos, los cuales dejan vislumbrar un futuro previsible en el cual hay que tomar un posicionamiento sobre el tipo de servicios SCADA que se van a requerir. Sobre esta base, se formula la metodología de gerencia de proyectos que sirva para apoyar el desarrollo de proyectos de supervisión y control (SCADA) a ser utilizada por el sector eléctrico, que hagan uso de las energías alternativas para la generación de energía eléctrica. Es necesario destacar que el estudio solo abarcó lo establecido hasta la formulación de la propuesta de solución. Para el desarrollo de las propuestas se utilizan técnicas de análisis como el diamante de Porter, base que permitió la evaluación de una manera fácil de la situación planteada para poder llegar a la propuesta, el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) que da las pautas para la administración de los proyectos, y la guía de proyectos de instrumentación, elaborada por la ISA (Instrumentation, Systems and Automation Society).

## INDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| Páginas Preliminares.....                             | i    |
| • Dedicatoria.....                                    | i    |
| • Agradecimientos.....                                | ii   |
| • Resumen.....  | iii  |
| • Índice General.....                                 | iv   |
| • Índice de Figuras.....                              | vii  |
| • Índice de Tablas.....                               | viii |
| Introducción.....                                     | 1    |
| Capítulo I. Propuesta de Proyecto.....                | 3    |
| 1.1. Planteamiento y delimitación del proyecto.....   | 3    |
| 1.1.1 Síntomas y causas.....                          | 3    |
| 1.1.2 Pronóstico.....                                 | 14   |
| 1.1.3 Control al pronóstico.....                      | 15   |
| 1.1.4 Formulación de la problemática.....             | 16   |
| 1.1.5 Sistematización de la problemática.....         | 16   |
| 1.2. Justificación.....                               | 16   |
| 1.3. Objetivos.....                                   | 18   |
| 1.3.1 Objetivo general.....                           | 18   |
| 1.3.2 Objetivos específicos.....                      | 18   |
| 1.4. Marco metodológico.....                          | 18   |
| 1.4.1 Antecedentes.....                               | 18   |
| 1.4.2 Fases de la metodología.....                    | 19   |
| 1.4.3 Código de Ética.....                            | 20   |
| Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual.....          | 22   |
| Marco Teórico.....                                    | 22   |
| 2.1 Antecedentes empíricos.....                       | 22   |
| 2.2 Modelo de Competitividad. Diamante de Porter..... | 23   |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.3  | Modelo de Actividad Productiva. Cadena de valor de Porter.....                          | 26 |
| 2.4  | Metodología de gerencia de proyectos.....   | 27 |
| 2.5  | Metodología para proyectos de instrumentación y control.....                            | 29 |
| 2.6  | SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).....                                   | 31 |
| 2.7  | Fuentes Alternativas Renovables de Energías.....  | 34 |
|  | Marco Conceptual.....   | 40 |
| Capítulo III. Marco Organizacional.....  |   | 45 |
| 3.1  | Reseña histórica de la organización.....  | 45 |
| 3.2  | Misión.....   | 45 |
| 3.3  | Visión.....   | 46 |
| 3.4  | Valores.....  | 46 |
| 3.5  | Planes y aspectos de la organización relacionados con el proyecto de investigación..... | 46 |
| Capítulo IV. Desarrollo y Análisis de la realidad de las energías alternativas en Venezuela.....                       |   | 48 |
|  | Introducción.....   | 48 |
| 4.1  | Condiciones de los factores.....  | 48 |
| 4.2  | Condiciones de la demanda.....  | 59 |
| 4.3  | Sectores conexos y de apoyo.....  | 63 |
| 4.4  | Estrategia, estructura y rivalidad de OGASI, S.A.....                                   | 65 |
| 4.5  | Factores aleatorios.....  | 67 |
| 4.6  | Gobierno.....   | 68 |
| Capítulo V. Desarrollo y Análisis de la cadena de valor del negocio energético de las nuevas fuentes alternativas..... |   | 71 |
| 5.1  | Cadena de valor del sector energía.....   | 71 |
| 5.1.1  | Acondicionamiento de las fuentes de energía.....  | 71 |
| 5.1.2  | Generación.....   | 74 |
| 5.1.3  | Transmisión.....  | 77 |
| 5.1.4  | Distribución.....   | 78 |
| 5.1.5  | Ventas.....   | 78 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 5.2  | Cadena de Valor del servicio prestado por la organización..... | 78 |
| Capítulo VI. Desarrollo y análisis de la filosofía de control integrada..... |  | 82 |
| 6.1  | Adquisición de datos.....                                      | 82 |
| 6.2  | Control.....   | 85 |
| 6.3  | Aplicaciones eléctricas.....                                   | 86 |
| Capítulo VII Generación de la metodología de gerencia de proyectos.....      |  | 87 |
| 7.1.   | Formulación de la metodología.....                             | 87 |
| Capítulo VIII Evaluación de los resultados del proyecto.....                 |  | 93 |
| 8.1  | Verificación de cumplimiento de los objetivos.....             | 93 |
| 8.2  | Aspectos resaltantes a evaluar.....                            | 94 |
| Capítulo IX Conclusiones y Recomendaciones.....                              |  | 96 |
| 9.1  | Conclusiones.....  | 96 |
| 9.2  | Recomendaciones.....   | 97 |
| Referencias Bibliográficas.....  |  | 98 |



## INDICE DE FIGURAS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 2.1  | Curva de experiencia.....   | 24 |
| Figura 2.2  | Rentabilidad según las estrategias genéricas.....   | 26 |
| Figura 2.3  | La cadena de valor genérica.....  | 27 |
| Figura 2.4  | Arquitectura de un SCADA.....   | 31 |
| Figura 2.5. | Aspectos representativos de los sistemas de adquisición de datos,<br>supervisión y control de procesos..... | 32 |
| Figura 2.6  | Paneles y espejos solares.....  | 36 |
| Figura 2.7  | Energía eólica.....   | 36 |
| Figura 2.8  | Biomasa.....  | 37 |
| Figura 2.9  | Planta Nuclear.....   | 37 |
| Figura 2.10 | Generación de hidrogeno.....  | 38 |
| Figura 2.11 | Central Hidroeléctrica Raúl Leoni (Gurí).....   | 39 |
| Figura 4-1  | Disposición de los recursos renovables en Venezuela.....  | 56 |
| Figura 5.1  | Cadena de valor del sector energía.....   | 70 |
| Figura 5.2  | Cadena de valor del servicio prestado por la Organización.....  | 78 |
| Figura 7.1  | Pasos de la metodología de gerencia de proyectos.....   | 87 |
| Figura 7.2  | Identificación de los factores heredados del proyecto SCADA.....  | 88 |
| Figura 7.3  | Identificación de los elementos generales de control.....   | 89 |
| Figura 7.4  | Identificación de los elementos específicos de control.....   | 90 |
| Figura 7.5  | Identificación de los elementos claves del proyecto piloto.....   | 91 |
| Figura 7.6  | Control y seguimiento de los avances del proyecto SCADA.....  | 92 |

## INDICE DE TABLAS

|           |                              |    |
|-----------|------------------------------|----|
| Tabla 4.1 | Energía consumida anual..... | 61 |
|-----------|------------------------------|----|

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo general desarrollar una propuesta viable y de factibilidad total, utilizando para ello ideas diferenciantes, competitivas e innovadoras, que garanticen a la empresa OGASI, S.A. su permanencia en el tiempo, con un importante nivel de ingresos y ganancias, compitiendo con ventajas apreciables con otras empresas venezolanas y extranjeras del sector de las energías alternativas, a la vez que vuelva a ser una empresa totalmente saludable, desde el punto de vista financiero. Se pretende que estos resultados sirvan para motivar a la toma de decisiones, en el sentido de imprimirle a la empresa el sentido de dirección que requiere una empresa tecnológica, de manera de asegurar una condición considerada *sine qua non* para el relanzamiento de la empresa como alternativa válida en el futuro.

El trabajo especial de grado está dividido en 9 capítulos, siguiendo la metodología de Yáber y Valarino, con algunas variaciones que favorecen la mejor comprensión de lo que se quiere desarrollar y el mensaje que se quiere dejar en la mente de las personas que deben tomar las decisiones en este sentido.

El primer capítulo plantea la problemática, los objetivos y la justificación de la investigación, como una manera de mostrar la complejidad de la situación actual de la empresa y sus circunstancias.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico y conceptual, donde se desarrolla todo un componente teórico y conceptual que abarca temáticas diversas aplicables al caso.

El marco organizacional sirve de tema para el capítulo 3 donde se muestra los detalles adicionales al entorno organizacional donde se desarrollará este trabajo.

En el capítulo 4, se realiza el desarrollo y análisis de la realidad institucional de las energías alternativas en Venezuela, basándose en el diamante de Porter.

Es en el capítulo 5, se hace el desarrollo y análisis de la cadena de valor del negocio energético de nuevas fuentes alternativas donde se desarrollan los objetivos del proyecto, y se aprovecha para analizarlos en toda su extensión, de manera de preparar el camino a la toma de decisiones que urge aplicar en el presente caso.

El capítulo 6 permite formular las distintas estrategias de medición y control preliminares que la autora plantea como paso previo a futuras mejoras.

El capítulo 7 es el escenario del desarrollo de la metodología para enfocar los distintos proyectos de SCADA que se vayan desarrollando en el país, haciendo énfasis en que este marco es aplicable a nuevas tecnologías como el caso de las energías eólicas.

En el capítulo 8, la autora recoge sus propias apreciaciones de cómo ha cumplido los objetivos de la investigación a cabalidad.

En el capítulo 9 se emiten las conclusiones y recomendaciones de cierre, con lo cual se completa la propuesta en toda su integridad.

# CAPITULO I

## PROPUESTA DE PROYECTO

### 1.1. Planteamiento y delimitación del problema

#### 1.1.1. Síntomas y causas

Venezuela está catalogada como un país energético no solo por el hecho de poseer enormes yacimientos que contienen grandes volúmenes de carbón, petróleo y gas natural; sino porque además cuenta con un enorme potencial de generación mediante el uso de energías alternativas, tanto las llamadas ecológicas como otras nuevas, de bajo nivel de contaminación.

A continuación, la autora realiza una investigación preliminar, espacio temporal, de los antecedentes del suministro eléctrico en el país y de la introducción de las FARE (Fuentes Alternativas Renovables de Energía), con base en información recogida de los portales del Ministerio de Energía y Petróleo ([www.mem.gov.ve](http://www.mem.gov.ve)), de la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica ([www.caveinel.org.ve](http://www.caveinel.org.ve), CAVEINEL) y de informe de la empresa ELECTRIAHORRO (2006) ([www.electriahorro.com](http://www.electriahorro.com)).

En 1886, la municipalidad de Puerto Cabello firma un contrato de suministro eléctrico con Francisco de Paula Quintero; sin embargo, el servicio propiamente dicho se inicia a finales de siglo, con la instalación de 50 focos de arco voltaico marca Bernstein. Como consecuencia de este hecho, en 1893, se crea la compañía C.A. Alumbrado Eléctrico de Puerto Cabello y en 1911 C.A. Luz y Fuerza Eléctricas de Puerto Cabello (CALIFE).

En 1888, Maracaibo fue la primera ciudad venezolana en tener un suministro eléctrico regular y continuado, siendo, además, la segunda ciudad suramericana en contar con el sistema, ya que un año antes en Buenos Aires se había instalado el servicio eléctrico. El comerciante Jaime F. Carrillo firma en el mes de junio un

contrato para alumbrar las principales calles de la ciudad, con motivo del centenario del natalicio del prócer General Rafael Urdaneta. En 1889 la empresa pasa a llamarse "The Maracaibo Electric Light Company".

En 1889, el sistema eléctrico de Valencia empieza a operar. La actual C.A. Electricidad de Valencia (ELEVAL) fue fundada en 1895 por Carlos Stelling. La central, que comenzó operaciones en 1910, era del tipo hidroeléctrico y aprovechaba una caída de agua de 266 metros de altura.

En 1894, el Gobierno del para entonces Estado Lara -Yaracuy firma un contrato con el General Ezequiel Garmendia para que se instalara un servicio de alumbrado público por electricidad en la ciudad de Barquisimeto. En julio de 1896 una planta hidroeléctrica iniciaba el servicio público, alumbrando solamente las plazas Bolívar y Miranda los jueves, domingos y días de retreta. En septiembre del mismo año se alumbraron las calles céntricas de la ciudad con 80 lámparas de arco voltaico. Pero en 1898, después de una batalla de una de las tantas contiendas civiles venezolanas, los vencedores incendiaron la planta eléctrica. Es en 1915 cuando vuelve el servicio de electricidad a Barquisimeto. En octubre de ese año, la Compañía Anónima Industrial de Barquisimeto empieza sus operaciones con una planta de 180 HP alimentada con gas pobre obtenido con la quema de carbón y leña.

En 1897, una central hidroeléctrica, segunda de América y una de las primeras del mundo, ubicada en "El Encantado" (río Guaire), alumbró la ciudad de Caracas con una potencia de 420 KW. El 8 de agosto se ilumina la Avenida Este, desde la esquina de La Torre hasta la Cervecería Nacional, empresa que fue el primer cliente que tuvo La C.A. Electricidad de Caracas. Posteriormente entra en servicio la central hidroeléctrica de Los Naranjos con tres unidades de 375 KW cada una.

En 1910, el 22 de octubre se constituye la C.A. La Electricidad de Ciudad Bolívar, empresa que hasta ahora ha surtido de electricidad a la capital del Estado

Bolívar. Esta empresa pasa en 1954 a manos de inversionistas holandeses, pero en 1977 vuelve al control de empresarios venezolanos.

En 1919, el 20 de julio se funda la C.A. Anónima Fuerza y Luz Eléctrica del Yaracuy, con el objetivo de explotar un contrato celebrado en 1916 entre la Municipalidad local y J.C. Prince y Cía. para la electrificación de la ciudad. Detrás de la negociación estaba la compañía extranjera Venezuelan Electric Light Company. Esta empresa cambia de nombre en 1942, pasando a llamarse C.A. Luz Eléctrica de Venezuela, la cual es comprada por la C.A. Electricidad de Caracas en 1963. CALEY, actualmente abastece de energía a los habitantes de San Felipe y otras pequeñas poblaciones del Estado Yaracuy.

En 1924, un consorcio canadiense adquiere las acciones de la empresa pionera de la electricidad en Venezuela, The Maracaibo Electric Light Co. La nueva empresa pasa a denominarse Venezuelan Power Company. Para 1926, la Venezuelan Power inaugura la planta "La Arreaga", actualmente "Ramón Laguna", con dos unidades a vapor de 1.500 KW cada una. El año siguiente entra en funcionamiento una tercera unidad con 3.000 KW. Numerosas poblaciones andinas aprovechan la energía de sus numerosos caudales. La ciudad de Mérida se ilumina con la energía proveniente de las aguas del río Mucujún, mientras que Valera utiliza la energía del Motatán.

En 1933, el inicio de la explotación del petróleo en Venezuela, y luego a comienzos de la segunda parte del pasado siglo, el país entra en una dinámica de expansión y urbanización que genera un incremento constante de la demanda de electricidad.

La expansión del sistema eléctrico venezolano se hace fundamentalmente con base en el aprovechamiento de la energía hidráulica. En 1933 entran en funcionamiento las plantas hidroeléctricas de Mamo, Caoma y Carapa, con una capacidad conjunta de 7.600 KW. Se inaugura el llamado sistema Guarenas, con

las plantas de Curupao e Izcaragua, las cuales tienen una capacidad conjunta de 4.950 KW. Inicia actividades la planta de Naiguatá, con capacidad de 3.200 KW. También entran en servicio algunas plantas diesel, como las de La Guaira y Santa Rosa, con capacidad de 3.065 KW.

En el interior del país se experimenta una expansión en el uso de la electricidad. En la zona de Maracay operan las plantas hidroeléctricas de Uraca, Choroní y Las Delicias, conjuntamente con la planta diesel de Maracay. En Valencia, las familias Branger y Stelling utilizan la energía de las aguas del río Pao, complementándola con una planta diesel para alumbrar la capital carabobeña y áreas vecinas.

En 1940, la empresa Venezuelan Power se convierte en C.A. Energía Eléctrica de Venezuela (ENELVEN).

En 1941 entra en servicio la planta termoeléctrica Ricardo Zuloaga, con una potencia de 27 MW. Con la puesta en servicio de esta planta, se rompe la hegemonía hidroeléctrica de la mayoría de las pequeñas centrales en operación. Para tener una idea de sus proporciones, basta saber que esa central térmica tenía una capacidad casi igual a todas las pequeñas centrales hidroeléctricas en funcionamiento para la época. Todas esas plantas cubrían fundamentalmente los requerimientos energéticos de Caracas y las poblaciones circunvecinas.

En 1942, el 15 de septiembre se funda la C.A. Luz Eléctrica de Venezuela (CALEV), subsidiaria de la American Foreign Power Co., alimentado parte del área metropolitana de Caracas. En 1963, la C.A. Electricidad de Caracas compra el 95% de las acciones de CALEV. Las capacidades instaladas de las centrales aumentan aceleradamente como respuesta a los requerimientos domésticos y comerciales. Para 1943, la C.A. Energía Eléctrica de Venezuela (ENELVEN), ya cuenta con 13,5 MW instalados, y las compañías petroleras también empiezan a



montar sus plantas para cubrir los requerimientos operacionales y los de los campamentos para su personal.

En 1947 ya existe en el país una capacidad instalada total de 174,1 MW, de los cuales 95,31 corresponden a empresas petroleras, cerca de 40 MW cubren los requerimientos de Caracas y sus alrededores y 38,79 MW el resto del país. Hay un promedio de 16,8 W de capacidad instalada/habitante, concentrados en Caracas y zonas aledañas (69,4 vatios/habitante) (Capriles, 1988).

También en 1947, se activa la Sección de Energía Eléctrica del Ministerio de Fomento, con el Ingeniero David Morales G. a su cabeza y comienza la colaboración con la recién creada Corporación Venezolana de Fomento para emprender un estudio a fondo de las necesidades y potencialidades del sector eléctrico, el cual estaba fraccionado y no planificado. Esto constituye el primer gran esfuerzo para la tecnificación del servicio eléctrico en el país. Dos años después, esa Sección es adscrita a la CVF. Se inicia el estudio para la construcción de varias centrales térmicas e hidroeléctricas en distintos lugares del país, se hace un análisis de los sistemas existentes y se comienza a planificar la interconexión de las centrales venezolanas.

En 1949, se concreta el primer anteproyecto de desarrollo del salto más bajo del río Caroní, que eventualmente culmina con la Construcción de Macagua I. En 1950 se inicia el Plan Nacional de Electrificación el cual, entre otras cosas, contempla la adquisición por parte de la CVF de numerosas empresas de suministro de electricidad que operan en muchas partes del país en forma anárquica e ineficiente.

En 1953, el Estado Venezolano, en vista de las necesidades energéticas de los proyectos de desarrollo económico previstos para Guayana, resuelve crear una oficina especial (la Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní), con rango de Dirección, dependiente del Ministerio de Fomento, para desarrollar el

Potencial energético del río Caroní. Ya para 1955, después de revisar todos los estudios efectuados hasta la fecha sobre el potencial energético del río, dicha Comisión define el primer anteproyecto de una central en el sitio denominado Macagua, cuya construcción comienza en 1956.

En 1958, se crea CADAFE, como parte de un esfuerzo de la CVF por racionalizar la administración y la operación de las 15 empresas de electricidad dependientes del Estado que estaban repartidas en todo el país. Ese mismo año, la Comisión para el Desarrollo del Caroní se convierte en una unidad autónoma de la CVF y dos años después pasa a la recién creada Corporación Venezolana de Guayana, como una gerencia técnica. En 1959 entra en funcionamiento la primera de seis unidades de Macagua I, marcando un hito en la historia hidroeléctrica nacional.

En 1961, se culmina la construcción de Macagua I, con una capacidad instalada total de 360 MW. Macagua I tuvo una gran significación en la región de Guayana, pues contribuyó poderosamente a crear un dinamismo industrial que aún no se detiene.

En 1963, la Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní, gerencia técnica de la CVG, se convierte en la empresa Electrificación del Caroní C.A. (EDELCA), teniendo a su cargo el aprovechamiento del potencial hidráulico de todos los ríos al sur del Orinoco. En este mismo año concluyen los estudios de desarrollo del Caroní aguas arriba de Macagua y se recomienda la construcción de una presa en el sitio denominado Cañón Necuima. Así comenzó a construirse la primera etapa de Guri.

En 1967, el 5 de enero se funda la C.A. La Electricidad de Guarenas - Guatire (ELEGGUA), filial de La C.A. Electricidad de Caracas. Sirve al área de los Distritos Plaza y Zamora del Estado Miranda.

En 1968 entra en operaciones la primera de diez unidades de la Central Hidroeléctrica de Guri y continúan aceleradamente los trabajos en esa central. Se firma el Contrato de Interconexión, precedido del cambio de frecuencia, de 50 a 60 ciclos en el área metropolitana de Caracas, dando origen a la Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (OPSIS), cubriendo a los sistemas más importantes de generación de electricidad (CADAPE, Electricidad de Caracas, EDELCA).

En 1973 entra en funcionamiento la central hidroeléctrica de Santo Domingo, con una capacidad de 240 MW.

En 1976 ocurre la nacionalización de ENELVEN y ENELBAR, cuando el Fondo de Inversiones de Venezuela, de propiedad estatal, adquiere las acciones mayoritarias de las empresas, en manos de la Canadian International Power.

En 1978, se concluye la primera etapa de Guri, alcanzando su capacidad máxima de 2.065 MW. Ese mismo año comienza la construcción de la Etapa Final.

En 1986 entra en servicio la 1ra., fase de Guri, hoy Central Hidroeléctrica "Raúl Leoni"; constituyéndose en un hecho histórico, pues la capacidad instalada de esa central es de 10.000 MW, la más grande del mundo en ese momento.

En 1987 se pone en servicio la primera fase del sistema Uribante - Caparo, con una capacidad de 300 MW de un total final de 1.320 y se inician los trabajos en Macagua II que prevé una capacidad instalada final de 2.548 MW. En el campo termoeléctrico, los principales acontecimientos en las últimas tres décadas son la ampliación de la central de Tocoa en 1.200 MW (se eleva su capacidad a 1.540), la construcción de Planta Centro en Morón, con capacidad de 2.000 MW, la ampliación de ENELVEN en el Zulia a 953 MW y la ampliación de ENELBAR, en Barquisimeto, a 105 MW.

En 1988, se incorpora ENELVEN al Sistema Interconectado.

En 1999, en el mes de Septiembre, se aprueba y promulga la nueva ley que regirá el Sector Eléctrico.

En el 2000, en el mes de Julio, la Compañía AES Corporation toma control del Grupo EDC (Electricidad de Caracas y Corporación EDC) luego de una oferta pública de adquisición, no solicitada, que le permite adquirir aproximadamente el 87% de las acciones de la empresa.

El 31 de marzo de 2006, se inaugura la Central Hidroeléctrica de Caruachi.

Como se observa hasta ahora, los grandes desarrollos venezolanos desde finales del siglo XIX, durante todo el siglo XX y a principios del siglo XXI, se han caracterizado por el uso de dos fuentes principales: térmicas y hidroeléctricas. A partir del periodo petrolero, las plantas térmicas han utilizado principalmente fuel oil o gas natural y diesel para el calentamiento del agua y su conversión en vapor.

Se reconoce igualmente, que el surgimiento de los grandes centrales azucareros en los años 50, 60 y 70 trajeron consigo el uso del bagazo de caña para su quema, tanto para el proceso de deshidratación del guarapo de caña, como para calentar agua y producir vapor que a su vez alimentaba generadores térmicos, proporcionando así parte del suministro eléctrico que consumían dichas centrales.

Paralelamente, a pesar de ser uno de los principales países exportadores de petróleo y depender casi exclusivamente de éste, las iniciativas en otras energías alternativas en Venezuela, también se han comenzado a poner en práctica, como es el caso de las experiencias de aprovechamiento de la energía solar, que ahora se referencia (Posso, 2004).

Uno de los entusiastas de la energía solar fue Melchor Centeno Vallenilla. Su interés por el uso de la energía solar tiene una temprana aplicación cuando en 1926 construye para su padre un calentador. Luego, a su regreso a Venezuela, instala uno en su propia casa e inicia una serie de trabajos relativos al aprovechamiento dicha energía. Su experticia es solicitada por Creole Petroleum Corporation para un proyecto de uso de dicha energía para la calefacción de crudos pesados en oleoductos (1955-1957). Varias publicaciones dan cuenta de su interés y de sus conclusiones sobre el tema, hasta sus últimos días.

POSSO, también analiza el desarrollo e impactos de las Energías Alternativas tanto para el sector público como para el privado. En cuanto al sector público, si bien el Estado en sus planes de desarrollo y el MEP en sus políticas energéticas propugnan el desarrollo de las auténticas Energías Alternativas, sus resultados han sido escasos. Los dos proyectos de mayor envergadura y que despertaron grandes expectativas en el momento de ser presentados son: el proyecto PODER, Plan Operativo de Energías Renovables, propuesto por la División de Planificación y Economía de la Energía del MEM y concebido para dotar de servicios energéticos a un porcentaje importante de la población rural (27%=1 millón de personas) que actualmente no dispone de ningún tipo de servicio de energía permanente.

Inicialmente, se seleccionaron 52 pequeños centros poblados pilotos –en total, 12.500 habitantes – ubicados en zonas rurales y fronterizas de Venezuela que “dispondrán de soluciones energéticas integrales basadas en la utilización de energías renovables y que estimulen la participación de la población local, mejoren su calidad de vida, eleven el nivel de empleo y propicien actividades económicas para un desarrollo regional sustentable” (14).

Las Energías Alternativas consideradas eran: minihidro, eólica, solar y bioenergía. Se han concluido 32 estudios de prefactibilidad económica; sin embargo, la fase siguiente – la búsqueda de financiamiento para los estudios económicos en detalle - se encuentra paralizada.

El segundo proyecto es el Parque Eólico de Paraguaná, de PDVSA, con una capacidad de diseño de 40 MW y conformado por un banco de 27 turbinas de 1,5 Mw. cada una, dispuestas en un arreglo matricial con una extensión de 921 Hectáreas y con una inversión originalmente planificada de 56 millones de dólares. Planificada en principio para iniciar operaciones en el año 2005, estuvo paralizado debido a la reestructuración profunda de PDVSA que parece reorientarse hacia una empresa de petróleo más que hacia una empresa de energía en contra de la corriente mundial al respecto, por ejemplo, la British Petroleum.

En cuanto a este proyecto, sorpresivamente el 17 de noviembre de 2006 el Gobierno Nacional anuncia en sitio, con la colocación de la primera piedra: “El próximo año será inaugurado el primer parque eólico en la población de Jurijurebo, península de Paraguaná, aprovechando la velocidad constante de los vientos que oscilan entre 40 y 50 kilómetros por hora. El proyecto contempla la construcción de un conjunto de parques de generación eléctrica de 100 MW de potencia instalada, para solucionar parcialmente el déficit energético en esta región. Se precisa que luego de tres años de estudios certificados, se está procediendo a la construcción de un parque eólico, constituido por 50 mega estructuras que generarán 100 megavatios de energía eléctrica. Las estructuras eléctricas de la tercera generación, son mucho más silenciosas, con bajos períodos de giro y un mínimo de impacto ambiental, enviarán esta energía a la planta Josefa Camejo”. Asimismo, informó que impulsará entre el periodo 2006-2009, entre otros proyectos, la fabricación e instalación de paneles solares, instalación de generación eólica y creación de normas de eficiencia energética.

[http://www.mci.gob.ve/reportajes/2/11651/gobierno\\_de\\_venezuela.html](http://www.mci.gob.ve/reportajes/2/11651/gobierno_de_venezuela.html)

Se prevé la construcción de otros parques eólicos en los estados Sucre y Nueva Esparta, durante la próxima década, como una manera de paliar el importante déficit energético nacional.

Aparte de la eólica, la solar es la otra energía que ha merecido la atención de inversionistas privados. Se conoce de una docena de empresas que ofrecen servicios de generación fotovoltaica para iluminación y servicios de telefonía en hogares y fincas. Sin embargo, la capacidad de generación efectiva de los sistemas instalados es insignificante y sin ningún peso en el balance energético nacional. De las iniciativas correspondientes, se puede mencionar la desarrollada en el año 2001 por la empresa SOLARTEC, filial de la estadounidense SolarElectric Specialities, para satisfacer las necesidades energéticas del pueblo de Los Cedros, en el estado Sucre, compuesto de 19 viviendas.

Esta utilización exitosa se pretendía extenderla hasta Macuro, también en el estado Sucre, en un proyecto ambicioso que contemplaba la instalación de 3.000 paneles solares a un costo de dos millones de dólares e incluía la instalación de una fábrica de paneles solares lo cual convertiría a Venezuela en exportadora de paneles solares a EE UU, y a Centro y Suramérica. Sin embargo, no se tienen mayores noticias al respecto y se desconoce si este proyecto prosperó.

En cuanto al uso de la energía solar para calentamiento de agua, probablemente la acción pionera se ubique en el año 1982: un sistema de calentamiento de agua con una superficie de captación de 200 m<sup>2</sup> para la Maternidad Concepción Palacios en Caracas. Era un sistema integrado de cogeneración energética que combinaba el calor producido por los colectores solares con el calor recuperado de los sistemas de aire acondicionado. En total se calentaban 75.000 litros de agua por día a un promedio de 50 °C y fue considerada para ese momento como la instalación solar más grande de Latinoamérica (15).

El análisis de los síntomas y causas referente a los SCADA, requería primero de un detallado estudio aplicado al sector energía, pues de allí es más fácil derivar la problemática referente a la medición y el control supervisorio de cada una de las fuentes a analizar.

Por ser la energía mas expandida en el país, la hidroeléctrica cuenta con sofisticados niveles de medición en control en las centrales hidroeléctricas, principalmente del Estado Bolívar.

Donde existe menor nivel de control e inclusive desconocimiento es en caso de las nuevas áreas energéticas, no tradicionales en Venezuela, como la eólica, la marítima, la solar por campo de espejos solares, la biomasa principalmente en el caso de la bioenergía obtenida del alcohol y otras consideradas en el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado.

### **1.1.2. Pronóstico**

Con respecto al pronóstico sobre el negocio energético; actualmente, y pese a la recién puesta en servicio de la central hidroeléctrica de Cuarachi, en el país existe una crisis de energía para el sector industrial, comercial y doméstico, donde los apagones son frecuentes y prolongados producto, entre otros factores, del desarrollo de grandes proyectos en el sector petrolero, y el aumento de la demanda por crecimiento poblacional.

Como un ejemplo de la precaria relación entre el desarrollo del país y el consumo requerido para lograrlo, se puede tomar el desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco, el cual pasa necesariamente por la obligatoriedad de disponer de grandes volúmenes de suministro de energía eléctrica, ya que para producir el petróleo pesado y extrapesado se debe utilizar bombeo de tipo eléctrico de gran potencia, cuyo consumo diario pudiese ser de mega y gigavatios.

De persistir esta situación y no tener un plan de acción que sea sustentable en el tiempo; traerá como consecuencia:

- Aumento de la crisis energética
- Costos de oportunidad por aumento en las exportaciones petroleras
- Costos de oportunidad por no utilización de capital semilla a riesgo
- Problemas sociales ante la falta del suministro eléctrico



En segundo lugar, la problemática analizada incluye la detección de la necesidad de medir y controlar los parámetros físicos y eléctricos de las nuevas tecnologías basadas en el uso de energías alternativas para la producción de energía eléctrica, sobretodo en la adecuación de algunas de ellas a países tropicales como el caso venezolano.

Al respecto, por ejemplo, con el inicio de la construcción del Parque Eólico de Paraguaná el Ejecutivo Nacional acelera el proceso de aporte de soluciones de proyectos SCADA para este campo, que de no tener respuesta podría desencadenar obras inconclusas y desmotivación para la realización de otros proyectos requeridos urgentemente para el desarrollo del país.

A la hora de culminar la redacción de este trabajo especial de grado, el gobierno nacional adquiriría la Electricidad de Caracas, por un monto 739,26 Millones de dólares (recuperado el 10 de febrero de 2007, de [www.unionradio.com.ve/noticias/noticia.aspx?noticia\\_id=194255](http://www.unionradio.com.ve/noticias/noticia.aspx?noticia_id=194255), lo que hace prever que habrá mas presión aun por implantar soluciones nacionales, como parte de una política más nacionalista en la incorporación de tecnologías y valor agregado, como en el caso de los sistemas SCADA.

### **1.1.3. Control al pronóstico**

Primeramente, respecto al sector energía, Venezuela para afrontar la problemática energética tiene la necesidad de sentar las bases para promover el uso de nuevas tecnologías para la generación masiva de electricidad, haciendo uso de las energías alternativas, como una manera inclusive de producir mayores volúmenes de petróleo y gas natural, además de ayudar a diversificar las fuentes de suministro de este preciado fluido, como respuesta a la vulnerabilidad de un solo tipo de fuente y concentración en una región, como lo es el caso de Guayana y sus distintas centrales hidroeléctricas.

En particular, para los objetivos de este Trabajo Especial de Grado, las empresas del sector eléctrico que impulsen el uso de energías alternativas para la generación de electricidad, van a requerir de sistemas de control local y remoto (SCADA), para ejecutar el control de procesos adecuados a la utilización de sistemas que suministrarán energía limpia al país, y cuyas ubicaciones se encuentran situadas en lugares distantes del centro de operaciones principal.

#### **1.1.4. Formulación de la problemática**

¿De qué forma pueden los sistemas de adquisición de datos y control supervisorio, aplicados a las nuevas energías alternativas, facilitar la incorporación de estas nuevas tecnologías y mejorar el rendimiento energético en nuestro país?

#### **1.1.5. Sistematización de la problemática**

¿Cuáles son los mejores arreglos de sistemas SCADA para cada Fuente Alterna Renovable de Energía (FARE)?

¿Cuáles algoritmos de control favorecen uno u otro método alternativo de generación de energía “limpia”?

¿Cómo combinar negocio y sistemas SCADA para desarrollar empresas suministradores de bienes y servicios SCADA, que puedan diseñar y aportar soluciones integrales, utilizando las funcionalidades de las tecnologías y principios SCADA?

### **1.2. Justificación de la Investigación**

Según Carlos Méndez (2004), las motivaciones prácticas se manifiestan en el interés del investigador por contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales públicas o privadas.

Es en este orden de ideas que la investigadora busca contribuir al aporte de proyectos innovadores potenciales para la empresa OGASI SA, que permita a

dicha empresa competir con enormes ventajas frente a una competencia casi inexistente. OGASI SA como empresa especialista en sistemas de supervisión y control de sistemas de adquisición de datos es la principal favorecida por la realización de este trabajo especial de grado.

Por otro lado, según Méndez, las motivaciones prácticas también se manifiestan en el interés del investigador por acrecentar sus conocimientos.

Tal como lo afirma Méndez, la investigadora busca, también, con la realización de este trabajo, profundizar en la aplicación de conocimientos sobre sistemas SCADA, la definición, desarrollo e implantación de estos, como proyectos y el análisis de un campo específico como los sistemas de generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

Ante este escenario, la investigadora basa su trabajo en el análisis de un posible giro hacia la inversión social, que en proyectos como este de generación de energía eléctrica, permitiría delinear metodologías de desarrollo de proyectos de implantación de sistemas SCADA, que asegure tanto la obtención de los objetivos de los proyectos que hacen uso de este tipo de energías, como la maximización de su rentabilidad al permitir controlarlos más eficientemente.

El acceso a un suministro energético básico, limpio y asequible es esencial para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza (para la que la escasez energética supone una gran desventaja) y puede aportar importantes beneficios en las áreas de salud, alfabetización, creación de empleo, generación de ingresos, enriquecimiento económico e igualdad. Muchas comunidades pobres de zonas rurales tienen un acceso limitado o nulo a la energía limpia.

La idea, por un lado, de realizar proyectos de implantación de nuevas instalaciones de generación, utilizando energías alternativas: y por el otro, el uso de sistemas SCADA para controlar no solo los procesos sino la continuidad

operativa del servicio, hace que se tengan que contemplar toda una serie de nuevos controles tanto de tipo supervisorio como automático, que han sido poco o no han sido del todo desarrollados al presente.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Formular una metodología de diseño de proyectos de Sistemas SCADA para sistemas de energía alternativa, como uno de los proyectos bandera que perfilen a OGASI, S.A, como la empresa pionera en Venezuela, en un sector altamente especializado.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar la realidad del sector de las energías alternativas en el país, con base en la metodología del diamante de Porter
- Analizar la cadena de valor del sector eléctrico alternativo en el país, para la búsqueda de negocios potenciales para OGASI, S.A.
- Realizar un análisis de los diseños de sistemas SCADA para este nuevo tipo de sistemas
- Formular la metodología de proyectos más adecuada a la comercialización de productos de consultoría de proyectos de sistemas SCADA, con base en los puntos acá analizados

### **1.4. Marco metodológico**

#### **1.4.1. Antecedentes**

La energía es la base para satisfacer las necesidades del hombre y el desarrollo de los países. Hoy en día hay una demanda cada vez mayor de energía para mantener el confort y el desarrollo económico de los países. En los actuales momentos, a nivel mundial, se está viviendo una crisis energética la cual viene ocurriendo desde hace bastantes años, tal como fue pronosticado por una serie de

expertos. Esta crisis obedece a la disminución de las reservas energéticas por un lado y por el otro a los desastres naturales producto de los cambios climáticos. Esta situación ha traído como consecuencia un incremento en el costo del barril de petróleo, con las consiguientes consecuencias de un impacto en el costo de los bienes y servicios y conllevando a una degradación de la calidad de vida de los ciudadanos y un retardo en el desarrollo económico.

Este panorama ha hecho que muchos de los países, tanto industrializados como los en vías de desarrollo se dediquen a la concentración de esfuerzos orientados a impulsar la investigación y el desarrollo de nuevos esquemas de fuentes de energías alternativas y, por consiguiente, sentar las bases para promover el uso de nuevas tecnologías para la generación masiva de electricidad, haciendo uso de las energías alternativas. En particular, para las empresas del sector eléctrico, se va a requerir que para el éxito de los proyectos que utilicen sistemas SCADA contar con una metodología de control de proyectos adecuada a la utilización de sistemas de generación de energías alternativas.

#### **1.4.2. Fases de la metodología**

Sobre la base de este contexto se estableció el marco metodológico para acometer el trabajo de tesis.

1. Investigar sobre los diferentes tipos de energías alternativas
2. Investigar sobre los SCADA eléctricos que se están utilizando para la adquisición y supervisión de las variables de los elementos de campos que utilizan los sistemas basados en energías alternativas
3. Elaborar lista y plan de visitas a empresas generadoras y distribuidoras de energía e institutos relacionados con el tema, con la finalidad de conocer los planes de investigación, desarrollo e inversión en el uso de energías alternativas. Asimismo, conocer los problemas existentes de generación, tendencias de la demanda y oferta para los próximos años.
4. Investigar si existen proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en energías alternativas en Venezuela.

5. Visita al Ministerio de Ciencia y Tecnología con miras a estar al tanto de los planes de investigación y desarrollo que lleva a cabo el Ministerio en lo referente a energías alternativas.
6. De los datos levantados, hacer un diagnóstico de la situación actual energética del país. Estado actual de las tecnologías que se están utilizando hoy en día. Cuáles son los futuros tecnológicos de las empresas e institutos en materia de plataformas tecnológicas, particularmente en el uso de sistemas SCADA.
7. Familiarización con la metodología del Project Management Institute.
8. Familiarización con la gerencia de proyectos propuesta por la ISA.
9. Investigar si existen reformas legales para controlar el uso de energías alternativas.
10. Determinar cuáles son las áreas de mayor demanda energética
11. Determinar las variables eléctricas a medir en los sistemas que hacen uso de las nuevas fuentes de energías alternas.

### **1.4.3. Código de Ética**

El código de ética profesional del Colegio de Ingenieros, regido por la ley de ejercicio profesional, expresa como abordar, desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en la disciplina, cumpliendo con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, las leyes orgánicas, reglamentos, ordenanzas y normas nacionales, regionales y locales inmersas en toda actividad profesional que corresponda a dar respuestas tanto al sector público como privado.

Además de las consideraciones tomadas para el alcance de este trabajo, en cuanto a la confidencialidad de la información suministrada por la empresa, también serán respetadas las consideraciones éticas dictadas por el "Project Management Institute" (PMI) (2004). (p. 1-9)

De acuerdo al código de ética de los miembros del “Project Management Institute” (PMI) (2004), (p.1), los profesionales dedicados a la Gerencia del Proyecto deben comprometerse a:

- Mantener altos estándares de una conducta íntegra y profesional.
- Aceptar las responsabilidades de sus acciones.
- Buscar continuamente mejorar sus capacidades profesionales.
- Practicar la justicia y honestidad.
- Alentar a otros profesionales a actuar de una manera ética y profesional.

Algunas obligaciones profesionales indicadas por el Project Management Institute, (PMI) (2004) (p.2) que son particularmente aplicables a este trabajo, están referenciadas al comportamiento profesional a seguir durante esta investigación y estará enmarcado en los siguientes enunciados:

- Revelar completa y oportunamente cualquier conflicto profesional.
- Respetar y proteger apropiadamente los derechos intelectuales de otros; revelar y reconocer apropiadamente las contribuciones profesionales, intelectuales y de investigación de otros.
- Procurar mejorar sus capacidades, habilidades y conocimientos profesionales, y dar a conocer sus calificaciones profesionales de forma sincera y certera.

Para la presente investigación se consideran los siguientes principios y valores:

- Se mantendrá la confidencialidad de la información contenida en la presente investigación relacionada con la empresa en estudio.
- Se realizará un trabajo profesional que refleje la veracidad de los análisis y resultados del estudio.
- Se respetará la propiedad intelectual y los derechos de autor de los creadores de las investigaciones documentales que sirven de apoyo a esta investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCOS TEORICO Y CONCEPTUAL**

#### **MARCO TEORICO**

Según Lerma (2001), “El Marco Teórico se debe desarrollar cuando se identifica una teoría que puede dar base teórica a la solución del problema de investigación. El marco teórico será una descripción detallada de cada uno de los elementos esenciales de la teoría, de tal manera que la formulación del problema y su solución sean una deducción lógica de ella”.

#### **2.1. Antecedentes empíricos**

Dado que en Venezuela son recientes los desarrollos en Energías Alternativas, no existen realmente estudios serios y confiables sobre la dotación de sistemas SCADA a cualquiera de estos esquemas.

Las primeras experiencias que existen en el país están relacionadas con el uso de los paneles solares para la alimentación de las unidades terminales remotas y radios en Sistemas SCADA de procesos petroleros, donde las señales recogidas eran principalmente de tipo on/off, para indicar si hay o no alimentación; y por el otro lado, la medición de los parámetros eléctricos de voltaje y corriente que indican valores operacionales.

En el caso de las fuentes eólicas no hay ninguna instalación de gran envergadura, sino pequeños generadores instalados de manera experimental en la Península de Paraguaná, sin ningún tipo de monitoreo o control.

En el caso de los centrales azucareros han existido experiencias tales como Central El Palmar en San Mateo, Estado Aragua, a finales de los 70 y principios de los 80, donde se utilizaban sistemas de control distribuido para controlar los



procesos de calentamiento de agua con el fin de producir vapor, el cual alimentaba las turbinas de vapor que producían la energía mecánica por la molienda de la caña de azúcar requerida para el procesamiento del guarapo de caña, materia prima para la extracción del azúcar.

En Venezuela no hay experiencias conocidas en la utilización de generación oceánica, marítima, ni geotérmica en grandes proporciones, y por consecuencia ningún tipo de automatización de este tipo de unidades.

En los años 1991 a 2002, INTEVEP llevó a cabo investigaciones sobre tecnología de hidrógeno, con miras a posteriores desarrollos en celdas de hidrógeno principalmente.

Varias universidades venezolanas principalmente la Universidad Central de Venezuela y la Universidad Simón Bolívar, han estado experimentando con instalaciones de biomasa a partir de desechos orgánicos de animales, principalmente, donde se ha utilizado instrumentación para medición de metano.

Varios gobernantes regionales, han divulgado la posible utilización de los basureros municipales para la generación de gas sintético, pero hasta el presente no se han concretado proyectos definidos y evaluados efectivamente. PDVSA, inclusive, llegó a tomar esta alternativa en consideración, como un complemento al gas producido en su red de gas y una manera de aprovechar créditos de organismos bi y multilaterales, al respecto. Para estos casos, se requiere medición de metano.

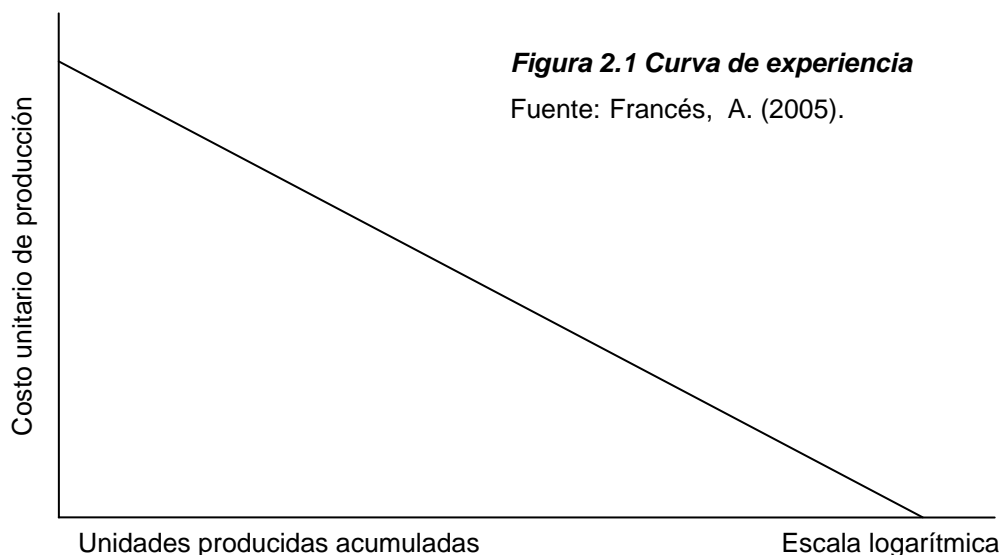
## **2.2. Modelo de Competitividad. Diamante de Porter**

Según, Francés A., en su libro *Estrategia para la empresa en América Latina*, expone que el Paradigma de Porter está basado en el estudio de las estrategias de empresa que apuntan hacia dos elementos básicos: Las estrategias genéricas y las estrategias competitivas.

Las estrategias genéricas se refieren al liderazgo en costo y diferenciación. El liderazgo en costo significa reducción de costos; mientras que el liderazgo, en diferenciación se orienta hacia el incremento de valor, o sea, cuanto está dispuesto a pagar el consumidor por el producto con base a la utilidad percibida que este le reporta.

Según Porter cualquier ventaja o desventaja competitiva de una empresa puede ser expresada en términos de una ventaja o desventaja en costos o diferenciación. Al combinar estas dos estrategias básicas con la definición del mercado foco, resultan cuatro estrategias genéricas, dependiendo de si la empresa busca una posición en todo el mercado, o si concentra sus actividades en un grupo de clientes específico lo que se denomina un mercado focalizado.

Liderazgo en costo: Se requiere un conocimiento detallado y profundo de las actividades de la cadena de valor para así identificar aquellas actividades en las cuales se puede alcanzar ventajas en costos. El análisis de las actividades de la cadena de valor se realiza desde el punto de vista de los generadores de costos (factores que influyen sobre los costos o sobre el valor agregado en las actividades de la cadena de valor).



El principal motor en la estrategia de liderazgo de costos es la curva de la experiencia según la cual el costo unitario de producción disminuye con el número acumulado de unidades producidas (figura 2.1). Esta ventaja se considera de carácter sostenible ya que no es fácil imitar a los seguidores mientras no se cambie la tecnología de producción. En contraste, las economías de escala pueden ser imitadas más fácilmente.

Diferenciación: Consiste en la incorporación de atributos, tangibles o intangibles, que determinen que el producto sea percibido por los clientes como especial o único dentro del mercado. Para lograr la diferenciación hay que examinar las diferentes actividades realizadas en la cadena de valor.

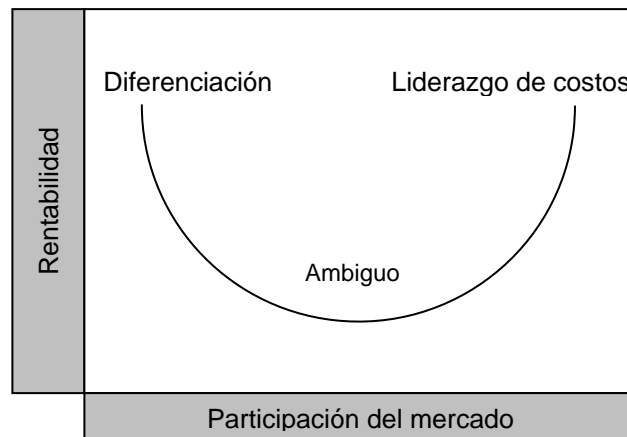
Focalización: Consiste en concentrar las necesidades de un grupo particular de compradores, segmento del mercado o mercado geográfico, sobre la base de la focalización en costos y en la focalización en diferenciación.

Las estrategias genéricas se refieren a la orientación estratégica que adopta una unidad de negocios para lograr ventaja competitiva y de carácter sostenible.

Las empresas que no adoptan una determinada estrategia genérica se encontrarán, según Porter, en una situación ambigua que conduce a una disminución de la rentabilidad (figura 2.2). Sin embargo, cuando se adopta una estrategia de liderazgo de costo se debe estar atento a que la calidad cumpla con las expectativas del consumidor, las cuales varían en el tiempo. De igual manera, cuando se adopta una estrategia de diferenciación no se debe olvidar la necesidad de controlar los costos a lo largo de la cadena de valor.

**Figura 2.2 Rentabilidad según las estrategias genéricas**

Fuente: Francés, A. (2005). *Estrategia para la empresa en América*



### 2.3. Modelo de Actividad Productiva. Cadena de Valor de Porter

Porter, referenciado por Francés (2005), para completar la idea de estrategia competitiva basada en la diferenciación o en costos, diseñó "la cadena del valor", que se utiliza para identificar las capacidades competitivas de la empresa (fortalezas y debilidades), y en base a esto realizar un análisis de cómo lograr ventajas competitivas.

La cadena de valor proporciona un modelo de aplicación general que permite representar de manera sistemática las actividades de cualquier empresa. Se basa en los conceptos de costo, valor y margen.

La cadena de valor proporciona:

- Un esquema coherente para diagnosticar la posición de una empresa frente a sus competidores.
- Un procedimiento para definir acciones tendientes a desarrollar una ventaja competitiva sostenible

Porter desarrolló la cadena de valor orientada hacia las empresas de manufactura sin embargo puede ser aplicada para otro tipo de empresa como las prestadoras de servicio.

La cadena de valor de Porter consiste en cinco actividades primarias (Logística interna, Operaciones, Logística externa, Mercadeo y Ventas y Servicios) y cuatro de apoyo (Infraestructura de la Empresa, Recursos Humanos, Tecnología y Abastecimiento), (figura 2.3)



**Figura 2.3 La cadena de valor genérica**

Fuente: Francés, A. (2005). *Estrategia para la empresa en América Latina*

A través del estudio de la cadena de valor, se puede hacer un diagnóstico del desempeño competitivo de una empresa comparándola con la competencia, y establecer acciones para mejorar en cada una de las actividades. Es decir, se mide, por un lado, la eficiencia operativa en cada una de las actividades, como también la diferenciación respecto de los consumidores.

## 2.4. Metodología de gerencia de proyectos

De acuerdo a la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, PMBOK (2004), la gerencia de proyectos está integrada por 9 disciplinas gerenciales básicas: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos y Adquisiciones o procura del Proyecto.

El área de conocimientos de Gerencia de la integración del proyecto incluye los procesos y actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de gerencia de proyectos

dentro de los grupos de procesos de la gerencia de proyectos. La integración incluye características de la unificación, consolidación, articulación y acciones de integración que son cruciales para concluir el proyecto y al mismo tiempo, cumplir satisfactoriamente con los requisitos de los clientes y otros interesados, y gestionar las expectativas.

En lo que se refiere a la Gestión del alcance del proyecto, el PMBOK incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y solo el requerido para completar el proyecto satisfactoriamente. La Gerencia del alcance del proyecto se relaciona, principalmente, con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto.

En el cuanto a la Gerencia de los tiempos del proyecto, el PMBOX incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo. Tiene que ver con la definición y la duración de las actividades.

La Gerencia de los costos del proyecto, incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos, de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado.

En lo que a la Gerencia de la calidad se refiere, el PMBOK considera todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió. Implementa el sistema de gestión de la calidad, aseguramiento de calidad y control de calidad, con actividades de mejora continua de los procesos que se realizan durante todo el proyecto, según corresponda.

La Gerencia de los recursos humanos en los proyectos incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto.

La Gerencia de las comunicaciones del proyecto es el área del conocimiento que incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Sus procesos proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas.

En lo que a Gerencia de riesgos se refiere, el PMBOK engloba los procesos relacionados con la planificación de la gerencia de riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, la respuesta a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto; la mayoría de estos procesos se actualizan durante el proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

Finalmente, la Gerencia de la procura de bienes y servicios para los proyectos, incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo.

## **2.5. Metodología para proyectos de instrumentación y control**

Según la Guía para la gerencia de proyectos de instalación de instrumentación, de la ISA (Instrumentation, Systems and Automation Society), (1989), la instrumentación industrial se está convirtiendo cada vez más en una necesidad a medida que las tecnologías y los procesos de la sociedad de la instrumentación, la automatización y los sistemas se vuelven más complejos y, a la vez que proporcionan mayor control y precisión, de manera de simplificar las operaciones.

La mayoría de los esquemas de control, actualmente en instalación, requieren de un esfuerzo importante de planificación y visión para ser exitosa. Los profesionales de la instrumentación deben instalar cada vez sistemas más complejos, con presupuestos con costos optimizados.

Los diseñadores de sistemas de instrumentación están envueltos en las actividades de planificación y diseño propiamente dicho, instalación, pruebas iniciales y arranque.

La Guía ISA para la Instalación de Sistemas de Instrumentación, también destaca que el desarrollo del trabajo se soportará en la Metodología para proyectos de instrumentación y control de la ISA

Las fases propuestas para el desarrollo de los proyectos de instrumentación son las siguientes:

- a.1 Diseño e ingeniería conceptual: En esta fase se llevará a cabo, entre otras actividades, el levantamiento de información, reuniones con el cliente y reuniones técnicas, recolección de información preliminar: planos y diagramas de instrumentación, planos de tuberías (P&ID y P&T), formatos, documentos, etc, elaboración del cronograma de actividades, estimados de costo.
- a.2 Diseño e ingeniería de detalle: Control de documentos, Selección de la instrumentación, definición de los tipos de planos a elaborar, diseño del centro de control.
- a.3 Paquete de licitación: Especificaciones de instalación, selección de los proveedores, convenio de pago
- a.4 Contratación: Análisis de las ofertas, y selección del proveedor ganador
- a.5 Construcción: Firma del contrato, revisión del cronograma de actividades, instalación de equipos, almacenamiento de los equipos, construcción de los paneles de control, instalación de equipos.
- a.6 Pre-arranque: Chequeo de lazos, chequeo del sistema.
- a.7 Arranque: Proceso de arranque, pruebas, entonación de lazos, entrenamiento del personal en la parte de operación y mantenimiento, ajusten en el sistema, entrega de documentación.

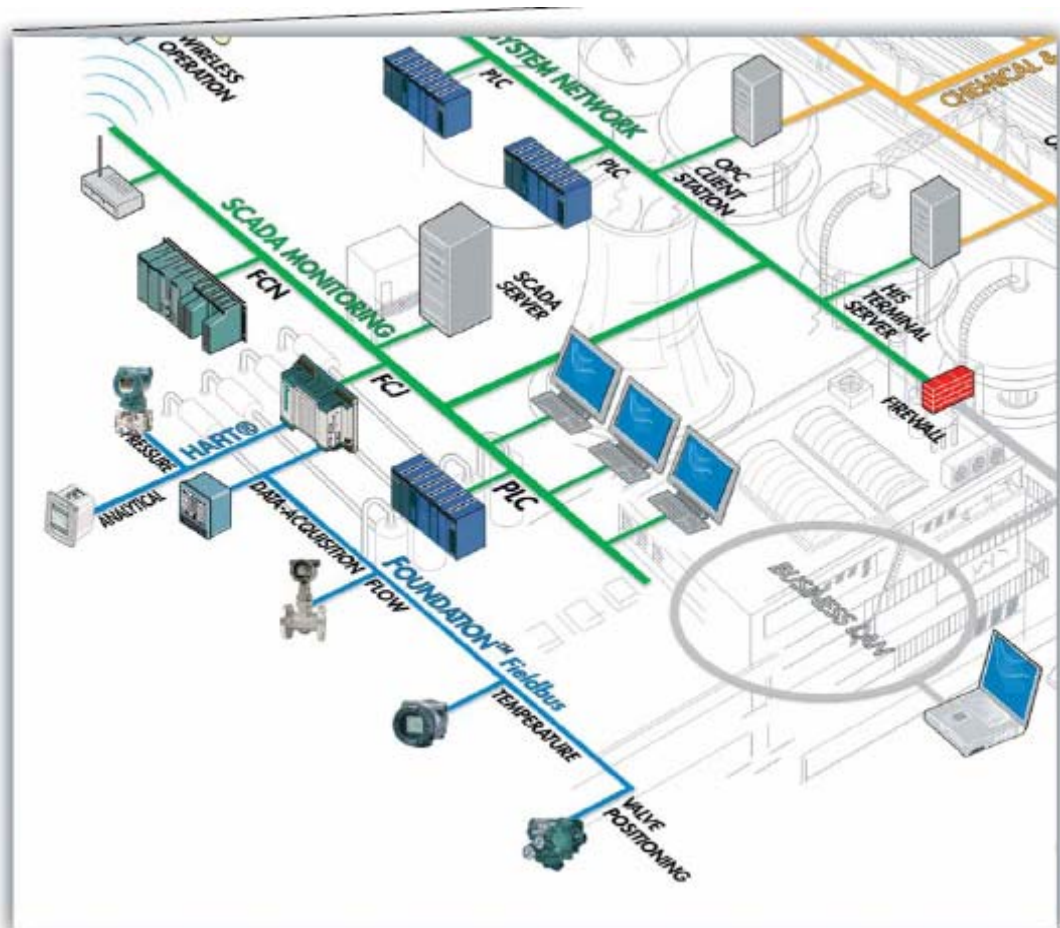


- a.8 Cierre del proyecto: Entrega de los planos “como construidos”, cuestionario para validar la parte técnica, reunión de cierre.

## 2.6. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Un SCADA es un sistema que permite, tanto local como remotamente, monitorear y controlar en tiempo real dispositivos y variables de campo críticas de un proceso industrial. En el caso de los sistemas eléctricos, el SCADA tiene un papel preponderante para controlar, en tiempo real, los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

En la figura 2.4, se muestra una arquitectura de un sistema SCADA, donde se observa los diferentes componentes del sistema.



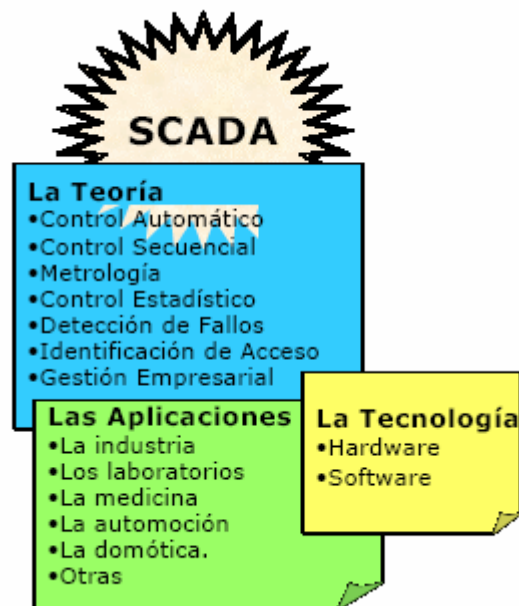
**Figura 2.4 Arquitectura de un SCADA**

(Fuente: Empresa Yokowaga)

## Componentes de un SCADA

Según, Álvarez, G., Vázquez Sierra, P., Fernández, L., y Machirán, M., (recuperado el 20 de noviembre de 2006, [www.cujae.edu.cu/clca/trabajo/AUT139.pdf](http://www.cujae.edu.cu/clca/trabajo/AUT139.pdf)), en la actualidad los SCADA presentan características muy diversas, tienen tal complejidad que un análisis general de su estado se debe abordar teniendo en cuenta solo sus aspectos más representativos. Es por ello que hemos seleccionado algunos tópicos que permiten caracterizar a los SCADA de forma global. Estos se muestran en la figura 2.5.

Los tres aspectos generales que componen un SCADA son: la Teoría que los fundamenta, la Tecnología que permite su implementación y las Aplicaciones que le dan un sentido a su existencia.



**Fig. 2.5 - Aspectos representativos de los Sistemas de Adquisición de Datos, Supervisión y Control de Procesos.**

Fuente: Álvarez, G., Vázquez Sierra, P., Fernández, L., y Machirán, M.

Dentro de la Teoría se destacan la del Control Automático y Secuencial, la Metrología, el Control Estadístico, la Detección de Fallos, la Identificación de

Acceso y la Gestión Empresarial. En el campo de la Tecnología se establece una división natural entre Hardware y Software. Y se reportan aplicaciones en diversos campos entre los que sobresalen la mediana y la gran industria, los laboratorios, la medicina, la automoción y la domótica. (Álvarez, 2003)

En el caso particular de un SCADA eléctrico, éste se encuentra conformado básicamente por:

- Estación Maestra, conformada por los servidores y el software. Es la encargada de recolectar todas las variables extraídas del campo por los controladores de campo (PLC, RTU, etc) y los dispositivos finales (transductores, relés, sensores, entre otros). Esta información es presentada al operador a través del interfaz humano – máquina (HIM).
- Los controladores de campo son unidades que se ocupan de recolectar la información recabada por los dispositivos de campo, y enviarla al SCADA ubicado en el Centro de Control. Los controladores utilizan varios protocolos de comunicación para comunicarse con el SCADA
- El protocolo de comunicación permite la comunicación de los diferentes dispositivos que conforman el sistema SCADA. El protocolo de comunicación, debe ser entendido tanto por la estación maestra como por los controladores, para que a través del medio de comunicación puedan establecer el intercambio de información (ej.: MODBUS, HART, Ethernet TCP/IP, etc).
- Las redes de campo, son requeridas para llevar la data recopilada por los controladores a los centros de control y viceversa. Las vías de comunicación pueden establecer su conexión a través de diferentes medios físicos, por ejemplo: microondas (a través del aire en bandas de frecuencias preestablecidas, fibra óptica, par trenzado, entre otros).

### Funcionalidad de un SCADA

El SCADA tiene, entre otras, las siguientes características:

- Captura de datos en tiempo real
- Diferentes niveles de acceso
- Ejecutar acciones de control
- Manejos de múltiples despliegues (gráficos / o textos)
- Manejo de alarmas
- Almacenamiento de datos
- Generación de reportes

#### Beneficios de utilizar un SCADA

- Confiabilidad y robustez
- Reducción de los costos de producción y operación.
- Aumento de producción.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejoramiento de la coordinación con el área de mantenimiento.
- Se dispone de información precisa para efectos de estudio, análisis y estadística.

### **2.7. Fuentes Alternas Renovables de Energía**

Santamarta (2004) aclara que “Bajo la denominación de energías renovables, alternativas o blandas, se engloban una serie de fuentes energéticas que a veces no son nuevas, como la leña o las centrales hidroeléctricas, ni renovables en sentido estricto (geotermia), y que no siempre se utilizan de forma blanda o

descentralizada, y su impacto ambiental puede llegar a ser importante, como los embalses para usos hidroeléctricos o los monocultivos de biocombustibles.”

“Actualmente, las energías renovables suministran 20% del consumo mundial (las estadísticas no suelen reflejar su peso real), siendo su potencial enorme, aunque dificultades de todo orden han retrasado su desarrollo en el pasado.”

“Con la excepción de la geotermia, la totalidad de las energías renovables derivan directa o indirectamente de la energía solar. Directamente en el caso de la luz y el calor producidos por la radiación solar, e indirectamente en el caso de las energías eólica, hidráulica, mareas, olas y biomasa, entre otras. Las energías renovables, a lo largo de la historia y hasta bien entrado el siglo XIX, han cubierto la práctica totalidad de las necesidades energéticas del hombre. Sólo en los últimos cien años han sido superadas, primero por el empleo del carbón, y a partir de 1950 por el petróleo y en menor medida por el gas natural. La energía nuclear, con 441 centrales nucleares en 2003, con una potencia instalada de 360 GW, cubre una parte insignificante del consumo mundial, y a pesar de algunas previsiones optimistas, su papel será siempre marginal”.

Durán (2004), indica que Latinoamérica ha incrementado la utilización de energía renovable en su matriz energética, especialmente en lo referente al aprovechamiento de la energía eólica, sobre la cual varios países se encuentran estudiando el potencial en sitios específicos. A finales de 2003, la región tenía una capacidad instalada de 128 MW, con presencia importante en Costa Rica, Brasil y Argentina. Adicionalmente, España en el marco de la política energética común europea ha desarrollado una serie de programas de energía alternativa, especialmente asentada en parques eólicos.

Parfit, referenciado por Penzini (2005), se pregunta inicialmente en un artículo de National Geographics “Los altos precios de los combustibles fósiles como petróleo, carbón y gas natural nos llevan a cuestionarnos ¿existen otras fuentes de energía?”.

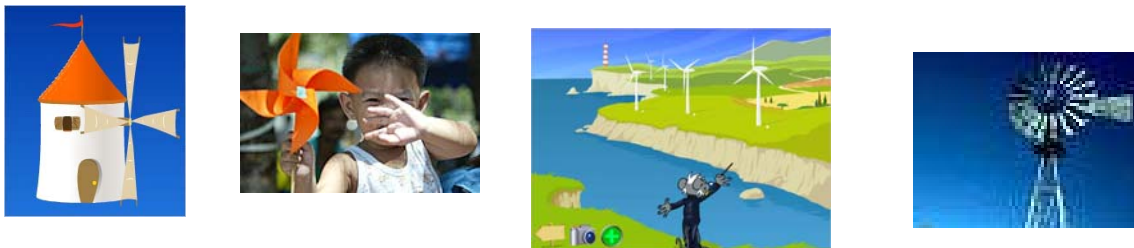
“¿Dónde conseguirá el mundo su siguiente alternativa energética... Acaso existe tal combustible alternativo? La respuesta inmediata es: no hay un solo gran combustible nuevo que esté esperando en el centro de una ecuación o al final de un taladro. Parfit presenta la alternativa solar, eólica, biomasa, nuclear o la fusión”.

“La luz solar cae sobre una capa de material semiconductor, agita los electrones, creando una corriente considerada tecnología de ruptura. Si los precios de los paneles siguen cayendo, la energía solar será barata y de fácil acceso para que los individuos puedan obtenerla. Actualmente, proporciona menos de 1% de la energía del mundo según la revista Science”. Obstáculos: Es costosa e inútil ante la oscuridad y la nubosidad.



**Figura. 2.6 Paneles y espejos solares**

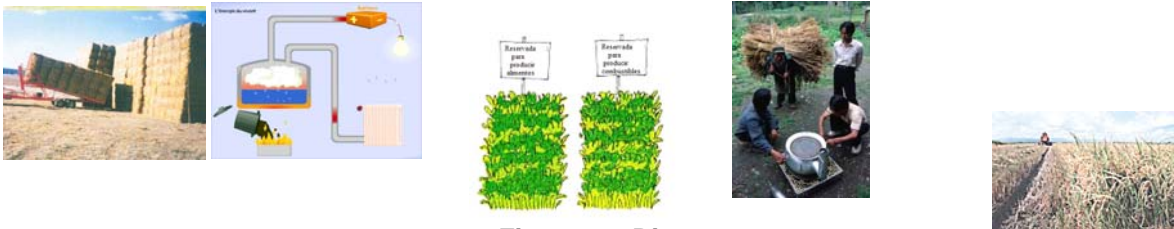
“Para la energía eólica, el viento es propulsado por el aire calentado por el sol. Realmente, es otra forma de obtener energía solar, con la ventaja de funcionar en días nublados. Son gigantescas turbinas, con aspas parecidas a las alas de un avión que giran con el viento, cuya velocidad puede hacer que las puntas superen 200 Km., por hora, y generen hasta 35 GW. Europa lideriza la energía eólica, con casi 35 mil megawatts. Obstáculos: El inmenso tamaño y costos de las turbinas. Funcionan como un bote de vela y pueden ser inútiles cuando no hay viento”.



**Figura 2.7 Energía Eólica**

“La biomasa es una combinación de etanol, biogas y biodiesel: combustibles que arden tan fácil como el petróleo pero que provienen de plantas. Es una gasolina más barata por combinarla con etanol. Aunque Michael Parfit no lo indica, hay que tomar en cuenta que la mayoría de los fertilizantes son productos basados en petróleo. El etanol de caña de azúcar proporciona el 50% del combustible para los autos en Brasil. El Director del Centro Nacional de Bioenergía afirma que éste es el que puede adaptarse con más facilidad al sistema actual existente al menor costo”.

Recientemente el Diario Las Américas (7-2-2007) reseñó un posible acuerdo de cooperación entre Estados Unidos y Brasil para la producción de etanol, con miras a ampliar el mercado de los biocombustibles. Brasil es uno de los principales productores mundiales de etanol.



**Figura 2.8 Biomasa**

“La energía nuclear: En todo el mundo 440 plantas nucleares generan 16% de la energía eléctrica del planeta. Francia obtiene el 78% de su energía a partir de la fisión nuclear. Obstáculos y limitaciones: Accidentes como el de Chernobyl, el deficiente ahorro económico al compararlas con plantas de combustibles fósiles”.

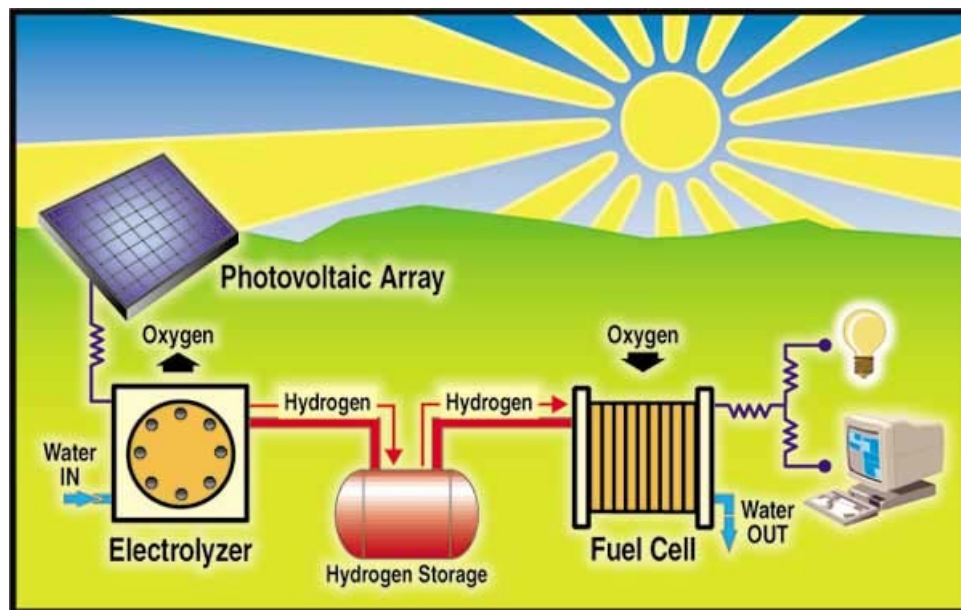


**Figura. 2.9 Planta Nuclear**

“Fusión, quizás algún día. Según algunos analistas, este es una de las esperanzas más elevadas del ser humano: traer el fuego de las estrellas a la tierra”.

“Cuando dos átomos se fusionan, la energía producida podrá satisfacer toda la demanda del futuro y sin producir desperdicios radioactivos de larga vida ni sustancias que pudieran convertirse en armamentos como sucede en el caso de la energía nuclear. Por ahora, es solo un sueño por la alta inestabilidad y elevados costos de producción. El combustible de hidrógeno se calienta a 100 grados centígrados antes que comiencen a fusionarse los átomos. A esta temperatura, se forma un vapor de partículas cargadas de electricidad llamado plasma. Aunque este es el estado más común en que se encuentra la naturaleza en el universo, es el más difícil de controlar por ser el sistema más caótico”.

Sánchez (2005) indica que el periodo 2000-2005 ha demostrado éxito en cuanto a la rápida incorporación de tecnologías en fuentes alternativas de energía, impulsadas por mejoras tecnológicas, crecimiento en empresas del sector, altos precios de los combustibles fósiles y la presencia de políticas públicas gubernamentales que facilitan la incorporación a la matriz energética mundial.



**Figura. 2.10 Generación de hidrógeno**



En Venezuela, donde se posee prácticamente un 70% de capacidad de generación hidroeléctrica, se deben estudiar planes de desarrollo de oportunidades de empleo de recursos renovables para expandir y mejorar lo que el país tiene actualmente.



**Figura 2.11 Central hidroeléctrica Raúl Leoni (Gurí)**

Venezuela posee excelentes recursos de irradiación solar durante todo el año, en especial en la zona norte costera, acompañada de zonas de “clase única en calidad de vientos”, que pueden ser aprovechados para completar la generación térmica obsoleta y las ciclos de lluvia que afectan la hidroelectricidad.

Se ha escuchado de proyectos tentativos de energía eólica en la Península de Paraguaná y Golfo de Venezuela. Sin embargo, la falta de políticas públicas concretas en materia de fuentes renovables emergentes puede que no se logre hacer realidad muchos de estos proyectos.

## **MARCO CONCEPTUAL**

Según Lerma (2001), “Es la investigación conceptual del problema. En él aparecen las definiciones de las variables contempladas en el problema y en los objetivos de la investigación, y de los términos que van a ser utilizados con mayor frecuencia. Tales definiciones las hace el investigador de acuerdo a su criterio, a las definiciones propuestas por otros investigadores y, en caso tal, a la teoría en la que se apoya la investigación.”

## **ADQUISICIÓN DE DATOS**

Es el proceso de recolectar los datos desde un sistema bien sea por medios manuales o automáticos, con la finalidad de operar, supervisar, mantener, contabilizar producción y emitir reportes.

## **BIOMASA**

Biomasa es la abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo

## **CELDA DE COMBUSTIBLE**

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico similar a una batería, pero difiriendo de esta última en que está diseñada para reabastecimiento continuo de los reactantes consumidos, esto es, produce electricidad desde una fuente externa de combustible, a diferencia de la capacidad limitada de almacenamiento de energía de una batería.

## **CONTROL SUPERVISORIO**

Es el esquema de control donde un computador o controlador monitorea y ejecuta intermitentemente programas que a su vez, ajustan metas, sub-metas o parámetros de control, en un controlador automático de nivel más bajo.

## **DIFERENCIACIÓN**

Consiste en la incorporación de atributos, tangibles o intangibles, que determinen que el producto sea percibido por los clientes como especial o único en su

categoría dentro del mercado. Para lograr la diferenciación se examinan las diferentes actividades realizadas en la cadena de valor a la luz de los generadores de valor.

## **ENERGÍA**

Propiedad de la materia que puede convertirse en trabajo, calor o radiación (formas en que la sociedad finalmente las usa).

## **ENERGÍA ALTERNATIVA O RENOVABLE**

Es la energía generada por fuentes no convencionales, tales como el sol, el viento, los mares, etc.

## **ENERGÍA EÓLICA**

La energía eólica es una variable de la energía solar, pues se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera y de las irregularidades de relieve de la superficie terrestre.

## **ENERGÍA GEOTÉRMICA**

Se llama energía geotérmica a la que se encuentra en el interior de la tierra en forma de calor, como resultado de:

- La desintegración de elementos radiactivos.
- El calor permanente que se originó en los primeros momentos de formación del planeta.

## **ENERGÍA MAREOMOTRIZ**

Energía que puede recuperarse en forma útil, explotando la energía debida al desplazamiento vertical de masa de agua a partir de su nivel medio o la energía debida a las corrientes de marea, flujo y contraflujo.

## **ENERGÍA NUCLEAR**

La energía nuclear es aquella que resulta del aprovechamiento de la capacidad que tienen algunos isótopos de ciertos elementos químicos para experimentar reacciones nucleares y emitir energía en la transformación.

## **ENERGÍA SOLAR**

La energía solar es aquella producida en el sol como resultado de reacciones nucleares de fusión

## **FISIÓN NUCLEAR**

Es una reacción nuclear consistente en la división de un núcleo pesado en dos partes (raramente en más), llamados productos de fisión cuyas masas son del mismo orden de magnitud.

## **FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES:**

Fuentes de energía que se llenan en forma natural pero tienen un flujo limitado. Ellas son inacabables pero limitadas en la cantidad de energía disponible por unidad de tiempo. Se incluyen: biomasa, hidráulica, geotérmica, solar, viento, océano termal, acción de las olas, y acción de las mareas.

## **FUSIÓN NUCLEAR**

Reacción nuclear por la que núcleos ligeros se unen produciendo otros más pesados y liberando gran cantidad de energía.

## **GERENCIA DE PROYECTOS**

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto.

## **HIDROENERGÍA**

Es la energía producida por fuentes de agua de ríos

## **ISA (Instrument Society of America)**

Sociedad para la Instrumentación, Sistemas y Automatización

## **PMI (Project Management Institute)**

Es una institución orientada a dictar estándares de Dirección de Proyectos

## **PMBOK (Project Management Body of Knowledge)**

El **PMBOK** es una colección de procesos y áreas de conocimiento generalmente aceptadas como las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos. El PMBOK es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003) que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, incluyendo construcción, software, ingeniería, etc. (recuperado el 2 de enero de 2007, <http://es.wikipedia.org/wiki/PMBOK>)

## **PROYECTO**

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

## **SCADA**

Es el acrónimo de Supervisor Control (Control Supervisorio) and Data Acquisition (Adquisición de Datos).

## **TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO**

El hidrogeno se produce por electrolisis, proceso que requiere grandes cantidades de electricidad, la cual puede obtenerse, por ejemplo de las células fotovoltaica o de los aerogeneradores.

## **CAPITULO III MARCO ORGANIZACIONAL**

### **3.1. Reseña histórica de la organización**

Overseas Global Automated Solutions Incorporated, S.A, (OGASI, S.A.) fue fundada el 11 de Julio de 2003. La empresa nace de la necesidad existente en el mercado de empresas de consultoría con competencias probadas en las áreas de Automatización Industrial e Ingeniería de Seguridad.

El objeto principal de la Sociedad es la planificación, gerencia y ejecución de proyectos, desarrollos de soluciones y la prestación de servicios técnicos y profesionales en el área de Automatización Industrial e Ingeniería de Seguridad, así como el adiestramiento en estas áreas.

OGASI, S.A. cuenta con un grupo de excelentes profesionales con las capacidades y experiencias, requeridos para enfrentar proyectos de mediana y gran escala, asegurando su culminación exitosa y garantizando la total satisfacción del cliente y del usuario final.

### **3.2. Misión**

Proveer a nuestros clientes soluciones integrales en las áreas de automatización e ingeniería de seguridad que les permitan optimizar sus procesos, ampliar sus ventajas competitivas y maximizar el retorno de sus inversiones a través del suministro de herramientas tecnológicas, servicios de ingeniería y soporte técnico; logrando a la vez beneficios justos para nuestros accionistas y empleados.

### **3.3. Visión**

Ser reconocidos como una empresa de alta capacidad técnica, formada por un grupo humano altamente calificado y motivado, capaz de generar productos y servicios orientados a resultados tangibles, con énfasis en la satisfacción integral del cliente.

### **3.4. Valores**

En OGASI buscamos la excelencia en nuestros resultados y forjamos nuestros valores y creencias que nos definen nuestra manera de ser:

- Honramos la dignidad, honradez, lealtad y el valor trabajando como un equipo
- Tenemos la convicción de que aportando nuestros conocimientos y experiencias se puede dar un enfoque distinto y apropiado frente a la evolución total de los negocios
- Buscamos crecer mediante el constante aprendizaje y el cultivo del conocimiento.

### **3.5. Planes y aspectos de la organización relacionados con el proyecto de investigación**

Plan General:

**En el área de Automatización:** El plan está orientado hacia la detección, el análisis y la resolución de problemas operacionales con el empleo de herramientas de control e instrumentación básicas, el diseño de planes estratégicos a mediano y largo plazo, coherentes con la visión del negocio del cliente en las áreas Industrial, Manufactura y Petróleo y Gas



**En el área de Ingeniería de Seguridad:** Proporcionar el soporte tecnológico y ejecución de proyectos, en materia de Seguridad Física y Seguridad Industrial al ofrecer productos y servicios en las áreas de control de acceso, circuito cerrado de televisión, robo y atraco y cercado eléctrico.:

### Mercadeo

A través de la Gerencia de Automatización Industrial, se tiene previsto mercadear la utilización de energías alternativas en proyectos industriales, con énfasis en el área de Petróleo y Gas, para lo se tiene estimado que en los próximos años van a requerir una gran demanda de energía eléctrica para acometer los nuevos proyectos, tales como la expansión de la explotación de la Faja Petrolífera del Orinoco.

El plan es ofrecer los siguientes servicios:

- Auditoria de sistemas energéticos eléctricos y térmicos: análisis y optimización los sistemas de generación, transporte y consumo de energía
- Soporte a los departamentos de gestión y administración energética para administrar programas de ahorro energético que redunden en beneficios económicos y ambientales
- Diseño de sistemas mixtos con fuentes alternas de energía
- Capacitación de personal en el área de generación con miras a fomentar una nueva cultura energética ambiental.

# CAPITULO IV

## DESARROLLO Y ANALISIS DE LA REALIDAD DE LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS EN VENEZUELA

### Introducción

Este es el primero de los 3 módulos que busca conformar el caso de negocio, para OGASI, S.A., del suministro de servicios de definición y desarrollo de Sistemas SCADA para las distintas energías alternativas, susceptibles de incrementar la actual capacidad de suministro eléctrico, de forma segura y confiable. El desarrollo de este capítulo está basado en el Modelo del Diamante de Porter.

### 4.1. Condiciones de los factores

#### ❑ *Cantidad, habilidades y costos de personal*

##### I. Energía Eólica

#### Desarrollo

- En Venezuela se adolece de personas con conocimientos prácticos suficientes y competencias para trabajar en el área eólica
- En el país no se cuenta con habilidades comprobadas en la generación eólica
- No existe ninguna estadística sobre costos de personal, al no existir ningún tipo de estas operaciones en el país
- OGASI, posee experiencia práctica sobre control de turbinas, principalmente del área de gas natural y vapor.

## Análisis

- En cuanto a cantidad de recursos necesarios, al adolecer de los mismos, se tendrán que formar en el país o contratarlos en el exterior. Formarlos lleva más tiempo que contratarlos ya formados, por lo cual seguramente la inclinación será hacia la alternativa de la contratación de personal extranjero.

La disyuntiva para OGASI es: cuánto personal debe dedicar al aprendizaje de la diferenciación del funcionamiento de los principios de control y de adquisición de datos de las turbinas eólicas, con las más conocidas de gas natural y vapor. Ello define, un primer componente de la inversión a realizar.

- OGASI tendrá que extrapolar sus habilidades en el diseño, implantación y mantenimiento de sistemas de control y de adquisición de datos, de turbinas de gas natural y de vapor a turbinas eólicas. Una de las primeras diferencias observadas es la necesidad de incluir control de la velocidad de rotación de las aspas o el diseño de una caja controladora reductora basada en engranajes. Se deben incluir estaciones de medición precisa instantánea e histórica de la velocidad del viento, temperatura ambiente, nivel de humedad relativa de tipo externo, que también deben ser incluidas en las adquisiciones de datos del Sistema SCADA.
- El tercer punto clave para OGASI es cómo remunerar a sus empleados que posean las mencionadas habilidades, sabiendo de antemano que éste será un mercado sumamente competido, ya que se estima que en el futuro las mismas operadoras eléctricas pudiesen contratarlos. Los precios de referencia son los actualmente pagados a los ingenieros y técnicos en las empresas nacionales, principalmente EDELCA.

## II. Energía Solar

### Desarrollo

- En Venezuela se cuenta aproximadamente con 1500 personas, entre PDVSA, empresas contratistas de construcción de proyectos de energía, universidades, gobierno, empresas del sector gobierno, con habilidades principalmente en la definición y desarrollo de proyectos de paneles y captadores solares.
- El país no cuenta con personal ni ha incursionado en proyectos de espejos solares combinados con generación térmica por vapor.
- En el área petrolera, se realizaron algunos experimentos de aprovechamiento de la radiación solar incidiendo sobre tuberías de crudos pesados, y su influencia en la reducción de la viscosidad de los crudos, algunos de ellos bajo la gerencia del asesor de este Trabajo Especial de Grado
- El costo de personal, el Colegio de Ingenieros no tiene una tarifa estimada específica para el profesional que se dedica a esta área.

### Análisis

- OGASI al igual que otras empresas competidoras, tendrá la posibilidad de disponer del personal contratable en el área de paneles solares para incurrir en otros campos de control y adquisición de datos de fuentes de generación solar, así como la posibilidad de aplicar los conocimientos que sus integrantes tienen del área petrolera a la expansión de la cantidad de expertos en captadores solares, con requerimientos de medición principalmente de temperatura.
- Donde si se requerirán formar habilidades adicionales es el campo de los espejos solares, una de las cuales incluye la automatización de la inclinación de dichos espejos para incidir sobre el recipiente central de absorción de la energía solar dirigida; pero realmente esta es una de las

áreas donde no se contemplan ni se mencionan desarrollos en el país, a pesar de tener todo el potencial para hacerlo.

- En cuanto a costos del personal dedicado al diseño, construcción y mantenimiento de controladores y adquisición de datos, se infiere que deben ser relativamente bajos pues las dos primeras tecnologías (páneles y captadores solares) son fáciles de instalar, mantener y operar, y en el caso de los espejos solares, se trata de controles de movimiento bastante sencillos, ya que el sistema de generación es por turbinas de vapor, que cuenta con personal con sueldos promedios ya establecidos en el país.

### III.Biomasa

#### Desarrollo

- En Venezuela se estiman que existen alrededor 500 profesionales del área de procesamiento de azúcar de caña, con habilidades en el manejo de procesos de generación de vapor e inclusive generación de energía eléctrica.
- Venezuela está proyectando construir plantas de biodiesel, a partir del alcohol de caña.
- En el país, existen varias instalaciones, realizadas principalmente con el apoyo de la Universidad Central de Venezuela y la Universidad Simón Bolívar, en quemadores de desechos orgánicos de animales, pero sigue siendo a escala experimental no comercial ni de amplia difusión.
- En referencia a costos de personal, se infiere que deben ser equivalentes a los sueldos promedios ya establecidos en el país en el área de la ingeniería.
- Brasil es un buen ejemplo a seguir, en uso masificado de la bioenergía, ya que actualmente produce etanol, el cual es utilizado como combustible para los vehículos y así ahorran en gasolina.

## Análisis

- OGASI puede incursionar fácilmente en el área de generación de electricidad por vapor, al poseer cantidad y habilidades de personal sobre todo en el área de control de llama en calentadores y hornos. Hay que recordar que una vez quemado el bagazo de caña, y calentada el agua con él mismo para convertirla en vapor, el resto del proceso es la generación de electricidad mediante turbinas a vapor.
- OGASI desde ya, está dispuesta a aprender las nuevas habilidades de la destilación de alcohol de caña o de maíz, en las destiladoras de etanol o de maizolina, para lo cual cuenta con su experiencia extrapolable en destilación de petróleo. Los esquemas de medición y control tendrán que ser revisados a profundidad.
- Finalmente, en cuanto a la tercera catalogación de la conversión de biomasa en gas sintético (desechos de animales, basureros, etc.), es previsible su factibilidad de asimilación, ya que requiere principalmente de observar las variables de presión y temperatura, que son competencias de punto inicial de los profesionales de OGASI. Esta es un área masificable a nivel nacional, que pudiera representar un nicho para OGASI independientemente de los bajos costos que representa este rubro.

## IV. Energía mareomotriz

### Desarrollo

No se reportan, en el país, ni personal ni experiencias en el montaje de generación a partir de alguno de los fenómenos del mar (oleaje, corrientes, flujos y reflujos, etc.).

### Análisis

Aún cuando no se reportan desarrollos en este campo, la gran extensión de espacios marítimos e insulares del país, dejan prever oportunidades para

OGASI de requerirse su apoyo. Ésta también pudiera ser una interesante área de desarrollo para el servicio de diseño, instalación y mantenimiento de controles y adquisición de datos. Precisaré nuevas habilidades en lo que significa la compensación interna del flujo y reflujo de las mareas. Requerirá control de velocidad, principalmente por medios electromecánicos.

## V. Energía nuclear

### Desarrollo

Solo existe en el país un reactor experimental en el IVIC y alrededor de 15 personas con conocimientos teóricos y/o habilidades en este tipo de energía.

Donde existe algún tipo de experiencia adicional, es en el área medicinal, sobre todo en fabricación de dosis de quimio o radioterapia, principalmente en empresas que elaboran dichas dosis o con máquinas de radioterapia para tratamientos anticancerígenos.

### Análisis

- El personal que trabaja en el área de investigación de la energía nuclear se encuentra solo en el IVIC y son los cuentan con habilidades docentes y de investigación. El otro personal relacionado con esta área son los que utilizan equipos médicos para tratamientos médicos. OGASI, S.A., no contempla incursionar esta área, pero participaría gustosamente si estos centros de investigación le pidieran apoyo consultor.

## VI. Energía geotérmica

### Desarrollo

Pese al enorme potencial geotérmico del país en un área prospectiva que viene desde Colombia y atraviesa el país en forma lateral, hasta las adyacencias de El Pilar, en el Estado Sucre, en Venezuela no se conoce ninguna forma de explotación de los gradientes térmicos existentes entre dos profundidades distintas y relativamente cercanas, en ese cinturón energético.

## Análisis

No se conocen profesionales ni instituciones que estén investigando o trabajando con este tipo de energía. Sin embargo, este recurso natural debería ser explotado en Venezuela, como una alternativa a los sistemas de energía convencionales, basados en el gas y el petróleo.

OGASI, sin lugar a dudas puede incursionar en este campo, ya que cuenta con personal propio o contratable con conocimientos de manejo de yacimientos a los cuales se les inyecta vapor por una parte, y fácilmente puede comprender los principios de la transmisión y distribución del vapor extraído del subsuelo, hacia las turbinas de vapor, para la generación de electricidad.

## VII. Tecnologías de Hidrógeno

### Desarrollo

En Venezuela, existió un esfuerzo importante en investigación en tecnologías del hidrógeno, en el Intevep, hasta noviembre de 2002, fecha en la cual el grupo que trabajaba en estos proyectos salieron de la empresa. Este grupo, manejaba también la investigación en celdas de combustible.

### Análisis

- En estos momentos, Venezuela adolece de personal preparado para enfrentar cualquier proyecto que haga uso de la tecnología del hidrógeno, ya que no se cuenta con profesionales que tengan las competencias medulares requeridas, lo cual involucrará tener que contratar personal extranjero para cubrir dichas brechas hasta poder contar con los niveles idóneos de personal en cantidad y habilidades.
- No existe ninguna estadística sobre costos de personal; por lo tanto cualquier propuesta en este sentido tendremos que extrapolar los costos de personal nacional del área hidroeléctrica y generación térmica y compararla con el costo de personal que trabaja en energía eólica en otros



países. Se pudiera estimar que los costos de personal sean alrededor de 25% adicional al que se paga en las industrias tradicionales de generación y distribución, tanto para atraer dicho personal de manera que extrapolen sus conocimientos al área, como por la complejidad que representa el manejo de dicho conocimiento.

- Ningún interés por parte de OGASI, S.A, al momento de desarrollo el presente trabajo de investigación

#### □ *Recursos Naturales (Tierra, Agua y Energía)*

##### Desarrollo

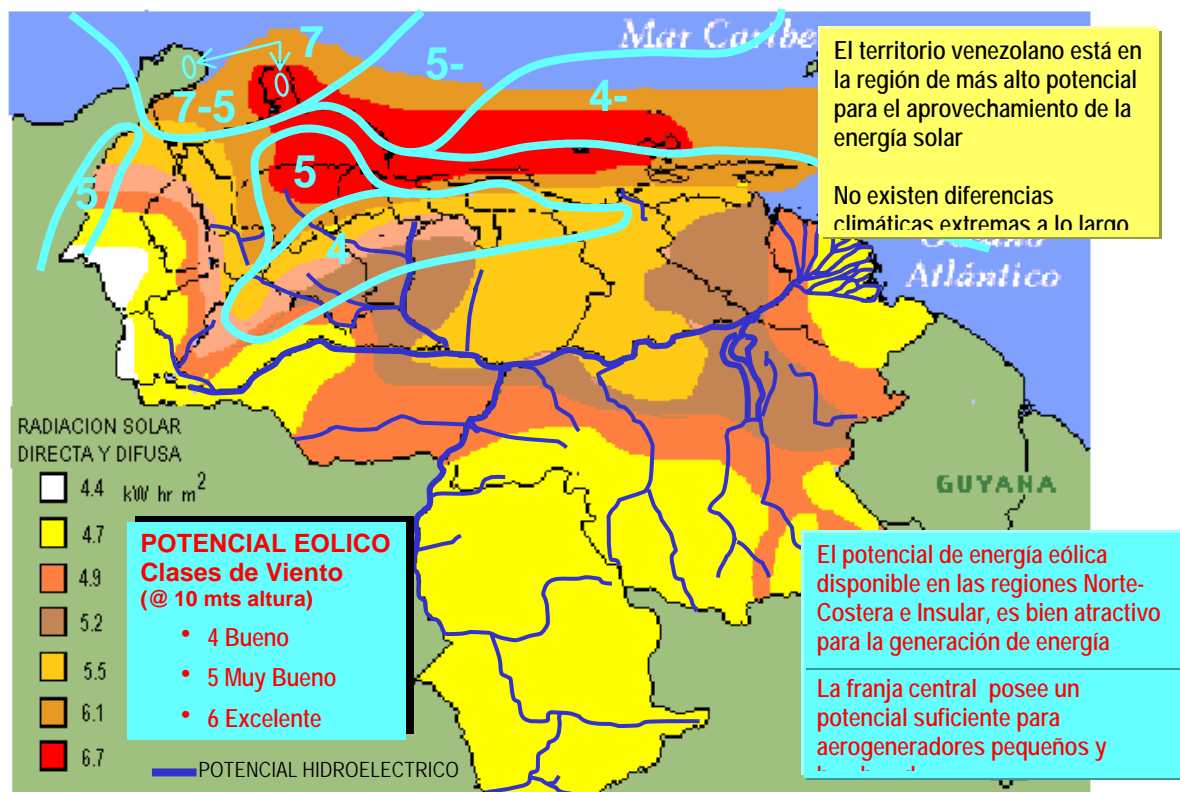
El Recurso natural tierra es abundante en el país, sobretodo para realizar proyectos del estado venezolano, donde se puede hacer uso de toda la riqueza que se encuentra tanto en el subsuelo (geotérmico) como de la mayor parte de los terrenos de que dispone el país. Inclusive, para aquellos terrenos que no son propiedad del estado, el marco legal vigente establece la expropiación y pago de bienes en caso de que los terrenos mencionados, sean declarados de interés nacional, como en el caso de la implantación de parques eólicos costa adentro, fincas solares, instalaciones de generación de energía nuclear, terrenos de cultivo de especies vegetales ricas en bioenergía.

En cuanto al Recurso natural agua: Venezuela posee casi la mitad de su territorio en espacios acuáticos, marítimos, lacustres o fluviales, además de enormes recursos acuíferos y aguas termales en el subsuelo.

En cuanto al Recurso energía, existe energía hidropotencial, como en el caso de la represa de Santo Domingo, minihidros (para caudales bajos de agua) utilizados por EDELCA, eólico (principalmente en el norte costero y en los llanos occidentales) y todo el potencial energético aquí referenciado.

## Análisis

- Venezuela posee recursos físicos envidiables que le permiten manejar una importante oferta de generación alternativa, que hay que definir estratégicamente.
- Dada la ubicación geográfica de Venezuela, cuenta con sol todo el año, asimismo, tiene zonas que poseen vientos premium excelentes para explotar los parques eólicos.
- En la figura 4.1 se puede observar la incidencia del sol y del viento en las diferentes regiones de Venezuela.



**Figura 4.1 Disposición de los recursos renovables en Venezuela**

Fuente: Petróleos de Venezuela (PDVSA)

- OGASI, está a la disposición de acompañar a las grandes empresas en el desarrollo de sus recursos físicos, proveyendo el servicio de diseño, instalación y mantenimiento de los distintos controladores e instrumentación de medición que se requieran.

- *Nivel de conocimientos*: que abarca los de tipo científico, técnico y tecnológico que inciden en la cantidad y calidad de los bienes y servicios

### Desarrollo

El inventario científico abarca desde las ciencias como la Ingeniería Eléctrica, Sistemas SCADA, Mecánica, Civil, Procesos químicos, Transferencia de Calor, Mecánica de los fluidos, Hidráulica, Turbinas Eólicas, Turbinas mareomotrices, Reactores nucleares, hasta las ciencias que estudian el clima y sus fenómenos.

Los recursos técnicos de los que hay que dotarse van desde herramientas CAD, internet, herramientas para el diseño de sistemas de control y de adquisición de datos, herramientas de gerencia de proyectos, herramientas de computación, biblioteca técnica, hasta herramientas altamente especializadas para el diseño de los equipos y sistemas correspondientes.

El aspecto tecnológico es muy variado, en estas áreas de aplicaciones, yendo desde las tecnologías de las mismas fuentes renovables (tecnologías eólicas, geotérmicas, oceanográficas, nucleares, hidrógeno, bioenergía, solar) hasta el desarrollo de aplicaciones para gerencia de la energía.

En la investigación se encontró que el Ministerio de Ciencia y Tecnología, través del Grupo Petróleo, Gas y Energía, ha otorgado becas para realizar estudios de maestría en el área de gas específicamente.

Las empresas que venden tecnología para el aprovechamiento de las energías alternativas son muy escasas en el país. Ofrecen venta de equipos y soporte técnico para las tecnologías mas conocidas: solar, eólica, diesel o un sistema hibrido.

## Análisis

En virtud de que actualmente las energías alternativas no se han explotado en forma masiva existen muy pocos expertos que tengan un conocimiento formal de las fuentes de energías alternas y las tecnologías asociadas para su explotación.

OGASI ofrece conocimientos científicos en el área de sistemas SCADA, y busca apoyarse en los recursos técnicos que pueda obtener de las contrataciones a que se haga acreedora, o por sus propios medios. En todo caso, OGASI desea formar parte de este conglomerado de personas e instituciones que afianzan cada vez más sus conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos con base a la práctica propia que le acredite su participación en los proyectos a desarrollarse en el país durante los años venideros.

- ❑ *La cantidad y el costo de los recursos de capital:* disponible para financiar los proyectos de energías alternativas en el país

## Desarrollo

La mayoría de los proyectos que usan como recurso para generar energía eléctrica a partir de las energías alternativas, se consideran proyectos sociales por lo deberían ser financiados por el Estado.

El Estado puede aportar recursos propios y/o buscarlos a través de Organismos multilaterales, los cuales prestan un excelente apoyo en las diferentes actividades tanto de centros como a grupos de investigación.

Otra posibilidad para obtener cooperación internacional en el sector es que el gobierno facilite, promueva y apoye la instalación de empresas internacionales especialistas en el diseño y fabricación de equipos para el uso de las energías alternativas, de manera de abaratar los costos de los equipos y contar con soporte técnico local.

## Análisis

OGASI como toda empresa privada del área de proyectos, busca crecer a través de la realización de sus proyectos, con base en la calidad y prontitud de sus respuestas. El financiamiento de sus proyectos lo hará principalmente a través de las contrataciones que logre a tal fin, y la previsible cada vez mayor posibilidad de financiamiento por la banca privada comercial.

- ❑ Factores que repercuten directamente en la calidad del trabajo realizado: *calidad y costo de la infraestructura, sistema de comunicaciones, transporte, atención médica, etc.*

## Desarrollo

No aplica.

### **4.2. Condiciones de la demanda**

- ❑ La composición de la *demanda* en el mercado del país y la *exigencia* de los compradores

## Desarrollo

La composición de la demanda en Venezuela la conforman una serie de industrias que se encuentran ubicadas en diferentes sectores económicos, tales como:

- Industrial/Petrolero/Petroquímico
- Industrial / Comercial
- Doméstico
- Empresas Básicas ( Hospitales)

El sector industrial es un sector de gran consumo energético y por otro lado requiere que el suministro tenga un 99.999% de confiabilidad, El sector

comercial tiene un consumo energético medio y demanda un 99.99% de confiabilidad del servicio. El sector domestico presenta un consumo básico y precisa de un servicio ininterrumpido ni con variaciones. En cuanto al sector de Hospitales, este sector requiere de un servicio ininterrumpido con un 99.9999% de confiabilidad.

### Análisis

En el caso de los sistemas SCADA, la composición de la demanda y la exigencia de los compradores van totalmente alineadas con su equivalente para el suministro del servicio eléctrico. La confiabilidad, en la mayoría de los casos, dependerá de la forma en que se tenga un mayor o menor control de las operaciones y procesos de generación eléctrica.

La composición del mercado ofrece una excelente distribución de los sectores a atacar, con las soluciones de control y medición suministradas por OGASI, con cualquier tipo de estrategia, además que permite tipificar y clasificar fácilmente necesidades de cualquiera de ellos.

En cuanto a la exigencia de los compradores, este es uno de los puntos que hay que trabajar y en los cuales se requiere una amplia colaboración de los clientes para definir requerimientos y necesidades de mejora continua, e inclusive oportunidades de captación de ideas.

- ❑ Tamaño y tasa de crecimiento de la demanda

### Desarrollo

La tabla 4.1 muestra el tamaño de la demanda acumulada al 2005, con una proporción mayor a los 100.000 GWh, para una tasa de crecimiento de 7,39%.

**TABLA 4.1**  
**ENERGÍA CONSUMIDA ANUAL**  
**CIFRAS EN GWh**

Fuente OPSIS 24/08/2005

| Año          | 1.999         | 2.000         | 2.001         | 2.002         | 2.003         | 2.004         | 2.005         |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>78.784</b> | <b>82.536</b> | <b>86.893</b> | <b>89.140</b> | <b>89.324</b> | <b>95.927</b> | <b>59.269</b> |
| % **         | -             | 4,76          | 5,28          | 2,59          | 0,21          | 7,39          |               |

\*\* Crecimiento porcentual con respecto al año inmediatamente anterior.

Un estudio realizado en UCAB, bajo la dirección del Postgrado en Gerencia de la Energía, del cual el asesor de este TEG es su Director, considera una proyección con base en las cifras anteriores, extrapoladas a las cifras de producción petrolera y al crecimiento poblacional, donde sobretodo las primeras hacen un uso intensivo de la energía eléctrica, para los proyectos de la Faja Petrolífera del Orinoco. En dicho estudio se prevé incrementar la generación hasta en un 26,5% para cubrir las deficiencias tanto al sector petrolero como al resto de la población.

### Análisis

La alta demanda tanto atendida como no atendida para los años venideros es uno de los principales impulsores de la idea que OGASI, S.A, incursione en el área de prestación de servicios de implantación de Sistemas SCADA al área energética alternativa; ya que solo desarrollando las energías complementarias a la hidroeléctrica y de los hidrocarburos fósiles, el país podrá cumplir los compromisos internos e internacionales que ha venido adquiriendo durante los últimos años.

- Forma en que la demanda interna se internacionaliza e impulsa los servicios de suministro eléctrico en otros países

### Desarrollo

Aunque Venezuela cuenta con grandes recursos renovables y no renovables, existen numerosas regiones que por lo costoso de transportar y distribuir la energía no cuentan o tienen un servicio energético deficiente, lo que ha incidido negativamente en su crecimiento económico y social.

Por otro lado, se advierte que en el corto plazo va existir una alta demanda de energía, producto, entre otros escenarios, de la explotación de la Faja Petrolífera del Orinoco. Se estima que dicha demanda no va a ser posible atenderla debido a que no se han hecho las inversiones correspondientes en las infraestructuras y en consecuencia esta situación puede impulsar a que otros países tales como Brasil, Colombia, Guyana, Trinidad y Tobago, con mayor visión, instalen plantas eléctricas, con las cuales suplirán a Venezuela de la energía requerida. Esto traerá como consecuencia inmediata un alto costo en la explotación del petróleo e inclusive, puede generarse racionamientos de energía que incidirán directamente en la calidad de vida del venezolano.

Venezuela, desde el año 1977, se abastece principalmente de fuentes limpias como la hidroelectricidad, provista por las represas de Guri, Macagua I, II y III y Caruachi inaugurada en marzo del 2006.

La demanda de energía eléctrica a nivel del sector industrial, comercial y residencial es abastecida por las empresas de electricidad que utilizan, principalmente, la energía de origen hidráulico. Por lo tanto no existe información sobre consumo energético mediante el uso de fuentes alternativas.



Actualmente, Venezuela ha estado brindando suministro eléctrico a Brasil y Colombia.

### Análisis

OGASI, es una de las primeras empresas interesadas en que todos los proyectos eléctricos se hagan en el país y colaborar con el ofrecimiento de servicios ingeniería en el área de automatización.

Todo desarrollo que no se haga en el país afectará directamente a la empresa, ya que implica esfuerzos de servicios aportados por otros países.

OGASI es consciente de que el aporte de servicios ingeniería de alta calidad y complejidad tecnológica en el país es clave también para mantener la confianza a la hora de decidir, donde se realizará el proyecto.

### **4.3. Sectores conexos y de apoyo**

- ❑ Industrias de proveedores competitivos a escala nacional que generen actividad productiva en la industria eléctrica mediante el acceso eficiente, oportuno y confiable de insumos rentables.

### Desarrollo

El Servicio Nacional de Contrataciones (SNC), es la autoridad técnica garante del cumplimiento de la Ley de Licitaciones. A través de este servicio los negocios del sector público cuentan con un sistema automatizado de contratista y proveedores en el ámbito nacional, cuyas siglas son: RNC (Registro Nacional de Contratistas), que contiene la información básica para la calificación legal y financiera y la clasificación por especialidad de las Empresas, de acuerdo a lo estipulado en la Ley de Licitaciones vigente.

De la búsqueda de empresas locales se detectaron las siguientes: INGESOL, que se dedica a la venta de sistemas fotovoltaicos, DUNCAN: equipos de tipo solar fotovoltaica. ENALCA: dedicada a la venta, representación y dar asistencia técnica en las diferentes tipos de energías

alternas, como lo son: solar, eólica, diesel y todos los accesorios necesarios que conforman un sistema alterno, bien sea, solar, eólica, diesel o bien un sistema híbrido.

### Análisis

Como no existen muchas empresas locales que se dediquen a la comercialización de sistemas que utilicen energías alternas, no se genera ninguna actividad productiva que influya en industrias secundarias, aún cuando deja abierto la posibilidad de posibles asesorías por las casas matrices de estos proveedores, en el caso de la dotación de sistemas de control y de adquisición de datos.

- ❑ Industrias conexas competitivas en el ámbito nacional e internacional capaces de coordinar y compartir actividades en la cadena de valor cuando compiten por áreas de actividad que generan servicios complementarios.

### Desarrollo

Existen muy pocas empresas que compiten en este segmento económico. Son generalmente representantes de empresas internacionales que venden equipos importados y ofrecen el servicio de mantenimiento.

Bajo este contexto se hace necesario suscribir alianzas estratégicas con los suplidores y empresas de proyectos del área de energías alternativas.

### Análisis

Ya que la utilización de energías alternativas para la generación de energía no es muy común, no existe diversificación de empresas en este ramo. Por lo que no hay competencia generada en esta área económica en el país.

Actualmente, para el fortalecimiento del sector conexo a la industria petrolera nacional, se están creando unas especies de “Alianzas” con empresas de servicios complementarios a los proyectos.

#### **4.4. Estrategia, estructura y rivalidad de OGASI, S.A.**

- ❑ La forma en que es administrada y elige competir

##### Desarrollo

OGASI es una empresa privada, que busca obtener beneficios ofreciendo, tanto al Gobierno Nacional como a las empresas relacionadas con el sector eléctrico, servicios de ingeniería, procura y construcción de sistemas alternativos de energía, y por lo tanto su interés es el lucro.

OGASI elige competir con base en la calidad, entrega a tiempo y en costo de los de sistemas de control supervisorio y de adquisición de datos para los distintos proyectos de energías alternativas que pueda desarrollar el estado venezolano, empresas e instituciones públicas y privadas.

##### Análisis

OGASI, S.A. empresa especializada en el área de automatización y control busca posicionarse en el mercado de las energías alternativas, basándose en su experiencia en la ejecución de proyectos de instrumentación y control en el área de petróleo y gas. Con esta experticia se plantea participar y dar apoyo a aquellas empresas y comunidades que incursionen en el desarrollo de proyectos basados en la utilización de energías limpias.

- ❑ Las metas que desea alcanzar y también la motivación de sus empleados y Directivos

##### Desarrollo

OGASI quiere ser el proveedor de servicios de sistemas SCADA privilegiado, para los proyectos de implantación de generación eléctrica a través de fuentes alternativas en el país e inclusive más allá de sus fronteras.

Todos los empleados de OGASI cuentan con una alta motivación, así como sus directivos, ya que cada proyecto es tomado como un reto profesional y cuestión de imagen empresarial para mantener su competitividad en el mercado.

### Análisis

Por lo antes expuesto OGASI cuenta con un futuro promisorio pues planifica la impulsión de grandes acometimientos en el área de sistemas Scada en los próximos 5 años, además está visualizando diseñar un esquema motivacional y de formación dirigido a los empleados para alcanzar las metas propuestas.

- ❑ El Grado de rivalidad interna, la obtención y conservación de la ventaja competitiva

### Desarrollo

OGASI prácticamente no cuenta con competidores pues se trata de la implantación de tecnologías emergentes, queriendo conservar su ventaja competitiva suscribiendo acuerdos y alianzas con las principales empresas españolas y europeas en el área eólica, solar y biomasa.

### Análisis

Actualmente, se puede decir de que OGASI no enfrenta rivalidad alguna; ya que, hay muy pocas empresas que se dediquen al área de proyectos relacionados con la utilización de energías alternativas, por lo tanto hablar de conservar la ventaja competitiva no tiene sentido.

#### **4.5. Factores Aleatorios**

##### Desarrollo

Dentro de los factores aleatorios que impulsan a proponer salidas y pensar inclusive en el crecimiento de OGASI, S.A., sin duda están:

- La necesidad de impulsar proyectos en comunidades donde llevar el servicio eléctrico convencional es muy costoso.
- La tendencia alcista de los precios petroleros
- El aumento del consumo de energía producto del aumento de la población y la demanda de energía de los grandes proyectos, tales como la explotación de la Faja Petrolífera del Orinoco.
- Cumplimiento de los acuerdos internacionales firmados en noviembre del 2004, sobre el aporte de 10% de energías alternas a la producción total de energía para el año 2012.

##### Análisis

Estos factores aleatorios hacen pensar que las perspectivas de negocio de OGASI, S.A. sean factibles para los próximos años.

Estos factores pueden tener su validez basado en el aumento sostenido de la demanda interna y de la producción energética, lo que evidencia la necesidad de desarrollar alternativas energéticas, más confiables y sustentables, situación que ha sido declarada incluso como un aspecto de seguridad y defensa nacional.

Sin embargo, dado que la hidroenergía ha experimentado un importante desarrollo en el balance energético nacional e incluso existen planes de expansión en el corto y mediano plazo, luce improbable un crecimiento en el uso de energías alternas debido a la preferencia de utilizar de los combustibles

fósiles y derivados tanto en producción y consumo a bajo costo, como por la ausencia de una decidida política estatal de apoyo a las mismas.

#### **4.6. Gobierno**

##### Desarrollo

Según las declaraciones del Presidente de CADAPE el 23 de septiembre del 2005 el Gobierno de Venezuela está fomentando el uso de generación eólica y solar para sustituir la termoeléctrica, de manera que los combustibles que produce PDVSA puedan exportarse a precios internacionales en lugar de consumirse en el país, donde se venden a precios subsidiados.

“PDVSA apunta a aumentar las exportaciones de combustible residual en cerca de 100.000 barriles por mes mediante el mayor uso del viento para la generación eléctrica”, dijo Villalobos.

“La termogeneración significa para Venezuela US\$500MM cada día en términos de combustible líquido”, indicó Villalobos. Incluso con una considerable capacidad hidroeléctrica, el país necesitará otros 1.000MW anuales para atender la demanda a partir del 2006, cuando comience a operar la última etapa del proyecto hidroeléctrico Guri, y el 2012, cuando se ponga en marcha la hidroeléctrica Tocota”.

“La mayor parte de esos 1.000MW anuales provendrán de generación termoeléctrica, pero por primera vez en la historia de Venezuela se están promoviendo ampliamente soluciones eólicas y solares, y el gobierno nacional ha solicitado la implementación de soluciones energéticas alternativas”.

“La generación alternativa, agregó, siempre es más cara que la tradicional, pero la ventaja radica en que el viento es continuo y no se necesita utilizar combustibles, que se pueden exportar”.

Sin embargo, a la fecha no existen leyes y lineamientos aplicables en el sector de las energías alternativas.

### Análisis

El análisis de los factores antes indicados deja claro la fuerte intervención del Estado Venezolano en las políticas de la industria eléctrica y petrolera. En suma, si se garantiza y respeta el marco institucional del país se generará un entorno jurídico confiable para las inversiones. Sin un óptimo sistema proveedor de seguridad jurídica para todos, el mercado no podría funcionar eficientemente.

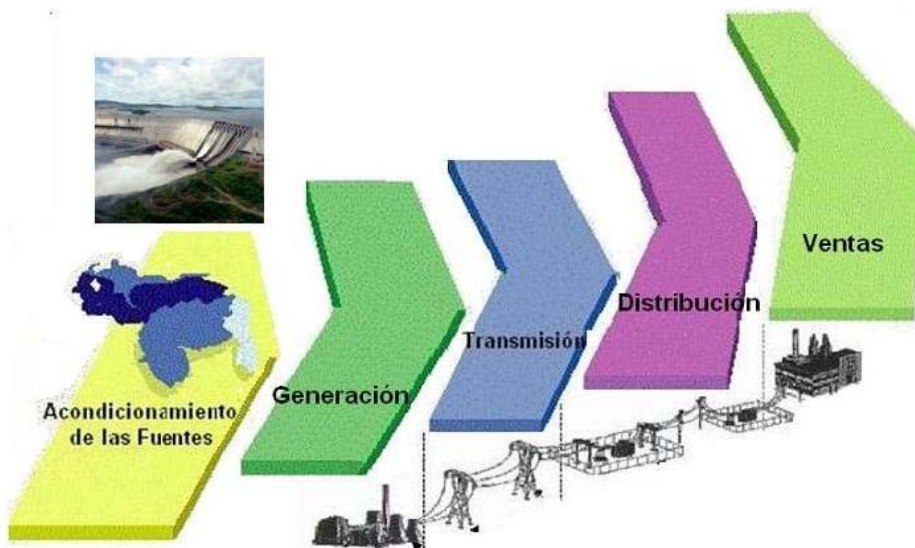
Se espera que el Gobierno Nacional respete el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país para lo cual se hace indispensable que diseñen las leyes y lineamientos adecuados y vayan en línea con los nuevos proyectos de normativa jurídica ambiental y una estructura institucional adecuada.

# CAPITULO V

## DESARROLLO Y ANALISIS DE LA CADENA DE VALOR DEL NEGOCIO ENERGETICO DE NUEVAS FUENTES ALTERNATIVAS

### 5.1 Cadena de Valor del sector energía

Los procesos genéricos que se identifican en la cadena de valor para el negocio de generación de Energía usando como fuente los recursos renovables son: Acondicionamiento de las fuentes de energía, Generación, Transmisión, Distribución y Ventas.



*Figura 5.1 Cadena de Valor del Sector Energía*

Fuente: EDELCA

#### 5.1.1 Acondicionamiento de las fuentes de energía

#### **Energía hidroeléctrica**

##### Desarrollo

Son los grandes desarrollos más importantes en el país: Macagua, Guri, Caruachi. Desde el punto de vista de los sistemas SCADA no existen implicaciones importantes pues el acondicionamiento solo contempla la



construcción de grandes represas que aseguren energía potencial para las turbinas.

#### Análisis.

No existe implicación o actividad para implantar sistemas SCADA.

### **Energía Eólica.**

#### Desarrollo

El acondicionamiento de las fuentes tampoco existe como tal, ya que la energía eólica es un fenómeno de corrientes de aire caliente o frío, cuya masa en movimiento es una fuente directa de generación.

#### Análisis

En este caso, tampoco se precisan mediciones para el acondicionamiento ni ningún tipo de control previo.

### **Energía Geotérmica.**

#### Desarrollo

La energía geotérmica está sujeta a importantes procesos de acondicionamiento del vapor que se extrae de la tierra, para lo cual al abrirse pozos de producción de vapor de agua y de pozos para la inyección del agua enfriada, luego de ser absorbido el calor cedido para la generación, se debe ubicar instrumentación de fondo de pozo para medir las variables de presión, temperatura y flujo del vapor de agua en el fondo fluyente y luego en inyección: el flujo, la temperatura y la presión de inyección.

Cuando se quieren modelar condiciones de tubería de producción o inyección de vapor, se contemplan mediciones a lo largo de cualquiera de las dos tuberías.

### Análisis

En Venezuela, se prevé que esta será una de las fuentes alternativas más importantes y por lo tanto se requerirá que empresas como OGASI suministren este tipo de servicios de proyectos SCADA. Esto implicará, apoyo en la explotación de las mediciones, una vez que estas instalaciones entren en funcionamiento, de diferentes tipos de controles que permitan una operación más eficiente.

La experticia acumulada en las empresas petroleras nacionales en la medición de estas variables físicas es totalmente transferible al caso del vapor.

### **Energía Térmica por Campo de Espejos Solares.**

#### Desarrollo

El primer acondicionamiento de los espejos solares en el campo implicará instalar medición de la inclinación o ángulo solar respecto a la tierra y el posterior control de posicionamiento, de tal manera que, toda la luz concentrada de cada espejo solar siempre incida sobre el reservorio de agua instalado en la torre y cuya agua se quiere mantener siempre en el estado de vapor, aproximadamente a 510 grados centígrados.

A nivel del reservorio de agua central, hay que mantener mediciones permanentes de la presión, temperatura del vapor y medición del balance de masa (bombeo) para monitorear la presencia adecuada de los volúmenes de agua equivalente requeridos.

#### Análisis.

Este tipo de fuentes es un desafío, desde el punto de vista SCADA, mayor que el del caso geotérmico, cuando se le compara con la riqueza de

mediciones y controles necesarios tanto en el campo de los espejos como en el de la torre central y del sistema de recirculación de agua caliente.

### **Energía Térmica de biomasa, por quema de bagazo de caña de azúcar**

#### Desarrollo

En Venezuela existe mucha experticia en los centrales azucareros, en lo referente al manejo del bagazo de caña para alimentar calentadores que a su vez alimenten calderas donde se produzca el vapor de agua.

Principalmente, los controles tienen que ver con las bandas transportadoras que llevan el bagazo a alimentar el calentador, la medición de la temperatura interna del calentador y el control de llama. En el caso de la caldera, la medición de la temperatura y presión del vapor generado por calentamiento por combustión del bagazo de caña.

#### Análisis.

La idea en este caso es suministrar todos los servicios más tradicionales de medición y control, aprovechando la experticia generada por los centrales azucareros venezolanos en el manejo de este tipo de tecnología.

### **Energía oceánica por golpe de ola.**

#### Desarrollo

La generación por golpe de ola requiere del acondicionamiento de las señales de en flujo y reflujos de las olas del mar, por lo que es indispensable medir este flujo tanto en dirección entrante como en dirección saliente. La temperatura del agua marina es muchas veces solicitada para medir algún tipo de eficiencia sobre todo en países con presencia de mayores variaciones en las estaciones del año.

### Análisis.

Para efecto de los sistemas SCADA, es muy simple la detección de este tipo de medición, y se concreta a la selección de rangos de potencia y consideraciones de diseño.

#### 5.1.2 Generación

### **Turbinas de Vapor.**

#### Desarrollo

Son alimentadas por vapor proveniente del calentamiento por espejos solares, por quema del bagazo de caña, por efecto natural de la geotermia, y otros casos no considerados acá como el de la producida por la combustión del gas natural y las reacciones nucleares.

Para efectos del sistema SCADA, consistirá en la medición primeramente de las variables físicas (presión, temperatura y flujo de vapor a la entrada y presión y temperatura del agua caliente a la salida) asociadas a la entrada y salida de vapor a la turbina de potencia y del circuito de recirculación de agua caliente.

Luego, para la generación propiamente dicha, las variables eléctricas (voltaje, potencia, amperaje, ángulos de fase).

La mayoría de las instalaciones de este tipo, introduce cada vez más el uso de medidores especiales para la gerencia de los activos, como el caso de medidores de infrarrojos para los componentes rotatorios sometidos a estrés mecánico que puede derivar en calentamiento y los medidores a desplazamiento de pequeños campos magnéticos para la medición de la vibración en dichos componentes, que puedan poner en peligro el activo y la seguridad del personal.

### Análisis.

La dotación de este tipo de instrumentos, e inclusive los servicios de análisis de vibraciones, además de los servicios de definición de los controles, son oportunidades importantes para las empresas como OGASI.

Otras consideraciones de valor agregado, pueden ser consideradas, pero no son parte de este Trabajo Especial de Grado.

### **Turbinas Hidráulicas.**

#### Desarrollo

Los hidrogeneradores reflejan principalmente la medición de las variables eléctricas de voltaje, amperaje, potencia, ángulo de fase a la salida, o sea a la entrega para la transmisión.

#### Análisis.

Esta es una de las mayores fortalezas que existen en el país, sobretodo en empresas como Edelca, pero seguirán siendo una fuente importante de trabajo y mejoras para la medición y control de tipo eléctrico, sobretodo en el area de aplicaciones para el funcionamiento óptimo de las turbinas.

Esas aplicaciones están relacionadas con un control de velocidad que garantice, en todo momento, el ajuste prácticamente en tiempo real a las variaciones de la corriente de agua, por muy menores que éstas sean, teniendo en cuenta que por diseño las represas hidroeléctricas son muy estables en cuanto al flujo continuo y constante del caudal de agua entrante a los álabes de la turbina.

### **Aerogeneradores.**

#### Desarrollo

Para los generadores se consideran medidas físicas de velocidad del viento y temperatura del aire, incluyendo muchas veces la presión atmosférica a la altura del aerogenerador.

Luego como en el caso de las demás turbinas, la salida de variables eléctricas (voltaje, amperaje, potencia y ángulo de fase).

Una parte muy importante y diferenciadora en los aerogeneradores son los estabilizadores o compensadores de las fluctuaciones en la velocidad del viento de manera de garantizar una señal estable a la salida. Incluye acondicionadores de señal, y también desde el punto de vista mecánico reductores de engranaje o sistemas de frenado.

### Análisis.

Como este es uno de los métodos de generación que también pueda tener una importancia muy grande en el país, se tendrán que definir nuevas mediciones para el caso venezolano, ya que existen diferencias importantes en la producción actual en los países del norte y centro de Europa y de los EEUU con producir eólicamente en las zonas tropicales.

En este caso, los vientos más calidos durante todo el año establecen diferencias notables con los vientos fríos del norte, que si bien producen mayor potencia, son los que actualmente se utilizan como referencia tanto para el diseño como para el control de la velocidad efectiva de generación, que debe ser estable y constante.

## **Turbinas para golpes de ola**

### Desarrollo

La generación por golpe de ola, se puede diseñar con la misma estabilidad de la hidroeléctrica, pero debe compensarse el llenado y vaciado.

En aquellos sitios donde el flujo y reflujo es bastante regular, como en el trópico, habrá, sin embargo, que diseñar sistemas de compensación de la señal de salida para la transmisión.

### Análisis

Venezuela posee una extensión de costas tal con esta potencialidad, que empresas como OGASI deben contribuir al desarrollo de este tipo de controles y ayudar a diseñar nuevos controles para las condiciones locales.

### **Fotónica.**

#### Desarrollo

En el caso de las celdas solares, la generación es de tipo fotónica, o sea la luz que incide en los dopajes semiconductores sensibles a la luz solar inducen directamente voltaje en el orden de los 0,2 a 0,6 voltios, con baja potencia, de corriente directa.

Las celdas solares, que utilizan este principio, no requieren ni acondicionamiento ni de otros controles que no sean a la salida, voltaje de salida generalmente en 6 o 12 Voltios.

#### Análisis.

Por economía de escala, la instalación de celdas solares en el país para alimentar casetas de radios, casetas de alimentación a instrumentación en campo, alimentación de voltaje a equipos en hospitales y escuelas en pequeñas poblaciones y sistemas de gasoductos, oleoductos, acueductos, etc., ofrecerán siempre una importante rama de aplicación de este tipo de implantaciones, por lo cual se consideran acá.

### 5.1.3 Transmisión

#### Desarrollo

Venezuela cuenta con un sistema de redes de transmisión, cuyas líneas permiten transmitir la energía eléctrica generada en la región de Guayana

hasta los centros de consumo localizados en el resto del país. Particularmente EDELCA cuenta con más de 5000 km de líneas

Garantizar los niveles de transmisión en voltajes, potencia. monitoreo del estado de las líneas.

### Análisis.

No es parte del alcance de este Trabajo Especial de Grado.

#### 5.1.4 Distribución.

No está contemplado en el alcance de este Trabajo Especial de Grado.

#### 5.1.5 Ventas.

Sistemas como las celdas solares, caen dentro de este rango, ya que los sistemas de 12 y 6 V, vienen generalmente acompañados a solicitud de los clientes con convertidores DC/AC que convierten a 110 Voltios y 60 Hertzios.

## 5.2 Cadena de Valor del servicio prestado por la organización



**Figura 5.2 Cadena de Valor del Servicio prestado por la Organización**  
**Fuente: Diseño de la autora**



- **Visualización**

- Desarrollo

- Consiste en el servicio prestado a las empresas del sector eléctrico en ayudarles a visualizar cualquier tipo de desarrollo en la cadena de valor del negocio eléctrico, y específicamente en el caso de las fuentes de energías alternativas.

- Análisis

- Se prevé establecer figuras de transferencia de tecnología de empresas de proyectos internacionales, de manera de implantar y asimilar lo más rápido posible este tipo de sistemas SCADA en el país.

- **Conceptualización**

- Desarrollo

- Implica incluir personal especializado con experiencia en otros países, en el diseño de sistemas SCADA para cada una de las fuentes estudiadas, de las cuales depende la complejidad.

- Análisis.

- Se requerirá establecer equipo con el cliente para participar en los acuerdos que se logren, debido a que los montos requeridos si se tuvieran que hacer las inversiones de *motus* propios, no serian alcanzables.

La estrategia es dar apoyo y soporte a la conceptualización de proyectos eólicos, mareomotrices, y geotérmica, principalmente, donde no existe experticia importante en el país.

- **Definición**

- Desarrollo

- Abarca la investigación y conocimiento de proyectos de ingeniería potenciales relacionados con las energías renovables que requieran hacer uso de sistemas SCADA.

- Análisis

- Por tratarse del estudio de los detalles principalmente de proyectos de ingeniería, si se considera una de las fuentes principales de ingresos de empresas como OGASI.

- **Implantación**

- Desarrollo

- Incluye las figuras contractuales para lo cual el conocimiento sobre SCADAs es de suma importancia, así como las construcciones en sitio. La idea de OGASI es participar cada vez más en las construcciones, a medida que los ingresos por definiciones le vayan permitiendo adquirir un capital suficiente como para ingresar en estos retos. Siempre se ira con la figura de asociación estratégica.

- Análisis

- La construcción es uno de las fuentes de ingreso donde OGASI quiere ir ganando cada mayor participación, y es de interés del país que empresas venezolanas cada vez tomen mayor relevancia la participación de las empresas consultoras y contratistas en este tipo de obras.

- **Operación**

- Desarrollo

- Contiene la fase del *pre-commissioning* y el *commissioning* y el arranque donde OGASI estima tener una de sus fortalezas más

importantes, al apoyar al equipo de arranque y las pruebas preliminares de los sistemas antes mencionados.

Análisis.

La puesta en servicio de sistemas SCADA también es una oportunidad de ingresos para la empresa.

# CAPITULO VI

## DESARROLLO Y ANALISIS DE LA FILOSOFIA DE CONTROL INTEGRADA

### 6.1. Adquisición de datos

#### Desarrollo

El conjunto de variables a medir y monitorear en las nuevas implantaciones de sistemas de generación basados en fuentes de energías renovables, son, entre otras, las siguientes:

#### a. Variables Físicas.

- ▶ Presión.
- ▶ Presión de fondo de pozo en pozos productores de vapor en fuentes geotérmicas de energía.
- ▶ Presión de inyección a pozos inyectoros de vapor en fuentes geotérmicas de energía.
- ▶ Presión de vapor en calderas o recipientes de biomasa (bagazo de caña), espejos solares.
- ▶ Presión atmosférica a la altura de los aerogeneradores.
- ▶ Velocidad de viento a diferentes alturas
- ▶ Dirección de viento a diferentes alturas

b. Temperatura

- ▶ Temperatura de fondo de pozo en pozos productores de vapor en fuentes geotérmicas de energía.
- ▶ Temperatura de inyección a pozos inyectores de vapor en fuentes geotérmicas de energía.
- ▶ Temperatura de vapor en calderas o recipientes de biomasa (bagazo de caña), espejos solares.
- ▶ Temperatura en los calentadores quema de bagazo de caña.
- ▶ Temperatura ambiental a la altura de los aerogeneradores.
- ▶ Temperatura del agua del mar en generadores mareomotrices.
- ▶ Temperatura en celdas solares
- ▶ Voltaje en celdas solares
- ▶ Flujo o Caudal
- ▶ Flujo de agua a la entrada de turbinas mareomotrices.
- ▶ Flujo de recirculación de agua caliente en los circuitos de salida a pozos de inyección en geotermia.
- ▶ Flujo de entrada de vapor a las turbinas de vapor en todos los casos.

c. Variables eléctricas.

- ▶ Potencia a la salida de las turbinas (hidroeléctricas, mareomotrices, de vapor)
- ▶ Tensión simple y compuesta

- ▶ Intensidad por fase
- ▶ Voltaje a la salida de las turbinas (todos los casos)
- ▶ Amperaje a la salida de las turbinas
- ▶ Factor de potencia
- ▶ Ángulos de fase
- ▶ Energía activa y reactiva
- ▶ Posición de los interruptores

d. Variables especiales

- ▶ Desplazamiento electromagnético para análisis de vibración
- ▶ Espectros de infrarrojo.
- ▶ Radiación Solar
- ▶ Velocidad vertical de viento
- ▶ Temperatura Diferencial
- ▶ Presión barométrica

Análisis.

Los sistemas de adquisición de datos están basados en diseños de mucha sencillez a excepción de las tecnologías con que son construidos los sensores o de sus características de diseño.

Dado el avance tecnológico, este es uno de los campos en que el país y las empresas de servicio al sector eléctrico pueden utilizar el concepto de SCADA mucho más fácilmente y poner al servicio del país todo el saber hacer nacional; específicamente aquellos equipos que sean orientados a mediciones sobre sistemas de generación eólica y fotovoltaica en sitios aislados.

## **6.2. Control**

### Desarrollo

En cuanto a los controles más relevantes a considerar, con estas nuevas implantaciones, se encuentran los siguientes:

- ▶ Control de velocidad en aerogeneradores
- ▶ Control de velocidad en turbinas.
- ▶ Control de llama en calentadores.
- ▶ Acondicionamiento de las variables físicas de entrada a los generadores de vapor (implica controles de presión, temperatura y flujo en sincronía)
- ▶ Control de inyección de agua caliente al subsuelo en geotermia (control de flujo y presión), para garantizar la protección del subsuelo
- ▶ Control de la incidencia de los rayos en los espejos solares para mantenimiento del haz dirigido hacia el reservorio de agua central (Efecto Girasol).

### Análisis.

En el campo de la geotérmica, existe mucho conocimiento de controles del campo petrolero transportable al caso geotérmico, sobre todo en los

controles de fondo fluyente de vapor y fondo receptor del agua caliente, además de consideraciones de tipo geológico.

Existen nuevas consideraciones o aportes al conocimiento del control nacional que implican comprensión de fenómenos como los ángulos de incidencia solar sobre el territorio nacional, o el planeta, para realizar los controles más precisos de seguimiento del sol, aparte de otros más sencillos que se puedan utilizar de incidencia lumínica directa, que entrarían en el caso de medidores especiales.

Los controles principalmente son combinaciones de tipo on/off y regulatorios PI, PID, retroalimentación (feedback), sin necesitar otras consideraciones, dada la naturaleza lenta de los procesos geotérmicos e inclusive de la rotación solar.

Controles mucho más rápidos son los asociados a la generación o al mantenimiento y control de la señal eléctrica, pero no se contemplan en el alcance de este trabajo especial de grado, el cual está más asociado a los controles nuevos aportados por las nuevas tecnologías alternativas de generación eléctrica.

### **6.3. Aplicaciones Eléctricas**

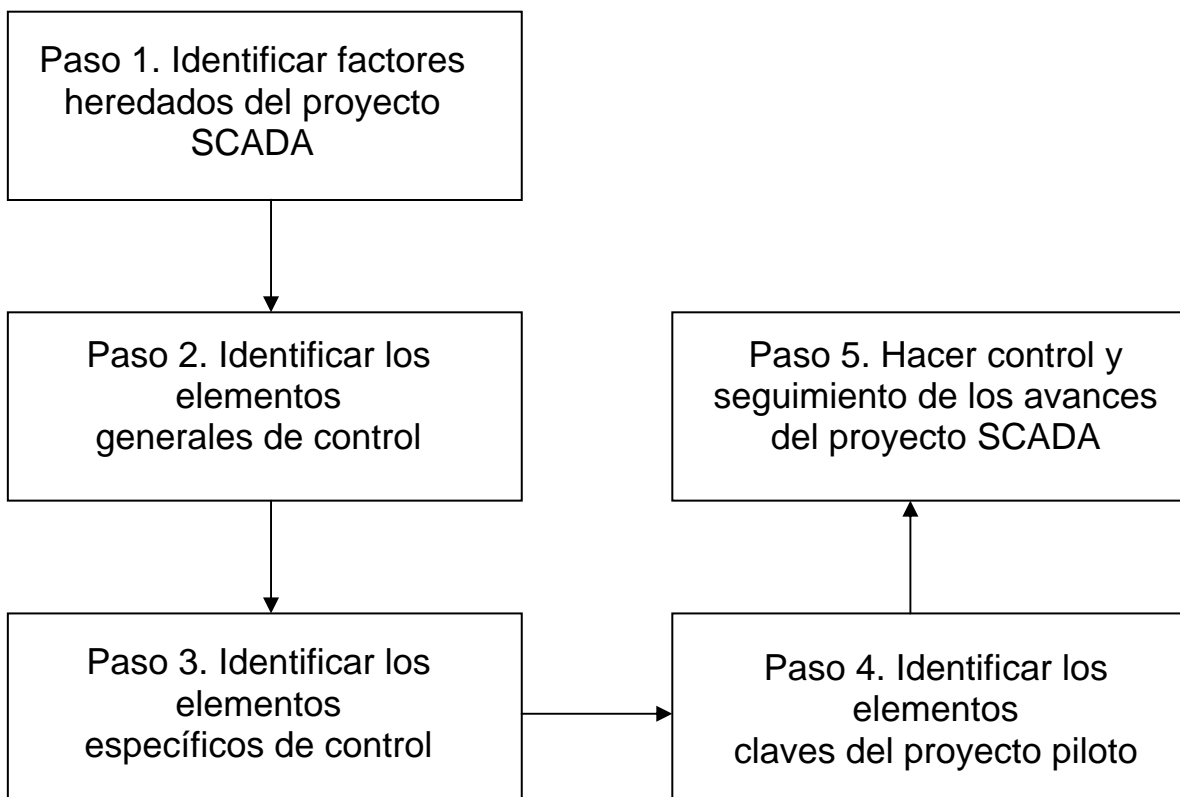
Dada el carácter de nueva tecnología, las aplicaciones eléctricas serán consideradas en estudios posteriores, para lo cual la investigadora inclusive estima realizar su tesis de grado de maestría.



## CAPITULO VII GENERACION DE LA METODOLOGIA DE GERENCIA DE PROYECTOS

### 7.1. Formulación de la Metodología

Para la formulación de la metodología se aplicó la recomendación de Velazco [2005,2], resumida en el trabajo de grado de maestría de Cárdenas [2005]: que establece que una de las maneras de desarrollar el proyecto es adoptando el desarrollo vertical, que implica el desarrollo de cada objetivo específico primeramente.



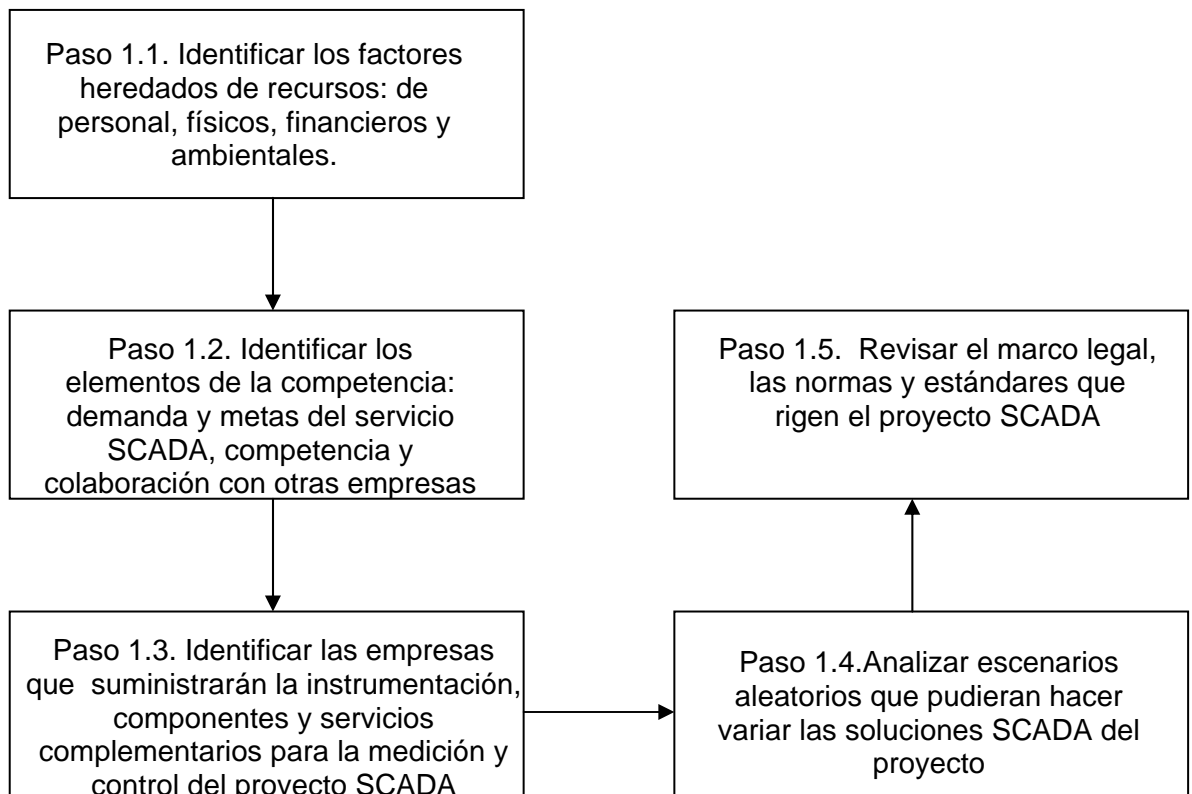
**Figura 7.1 Pasos de la metodología de gerencia de proyectos**

*Fuente: Diseño de la autora*

En segundo lugar realizar un ejercicio de sinergia para determinar hasta que punto la suma de todos los objetivos específicos responden al desarrollo del objetivo general; tercero, desarrollar la temática diferencial que pudiere haber sido detectada y finalmente asegurarse de que el desarrollo del proyecto cumpla con todos y cada uno de los distintos marcos analizados en los capítulos precedentes. La figura 7.1 presenta el esquema general de los pasos que constituyen la metodología propuesta.

### Paso 1.

Para cada propuesta de proyecto (parque eólico, central geotérmica, un campo de espejos solares, etc.) se requiere primeramente identificar las condiciones de competitividad que actualmente forman parte de la realidad nacional. Para ello, se seguirá la metodología de Michael Porter.



**Figura 7.2 Identificación de los factores heredados del proyecto SCADA**

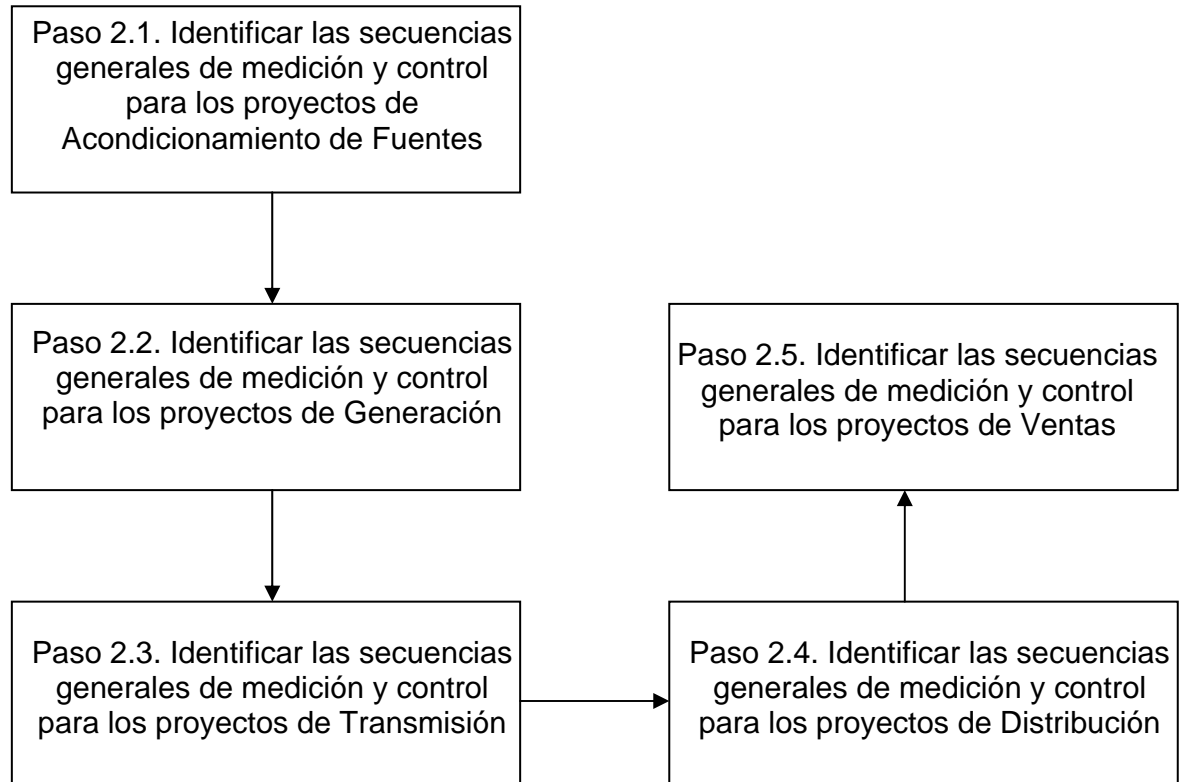
**Fuente: Diseño de la autora**

Es la adaptación del modelo de Porter y todos sus análisis para responder a la visualización del proyecto a implantar.

En la figura 7.2 se estructura las actividades a seguir para cumplir con este paso:

### Paso 2.

Analizar la cadena de valor con la finalidad de lograr tanto la conceptualización de la propuesta como la definición de los alcances del sistema SCADA y de las contrataciones de todos los servicios para poner en funcionamiento este tipo de instalaciones en el país.



**Figura 7.3 Identificación de los elementos generales de control**

**Fuente: Diseño de la autora**

Es volver a correr cada una de los eslabones de la cadena de la figura 5.1, específica para cada tipo de proyecto (un nuevo Parque Eólico, una nueva

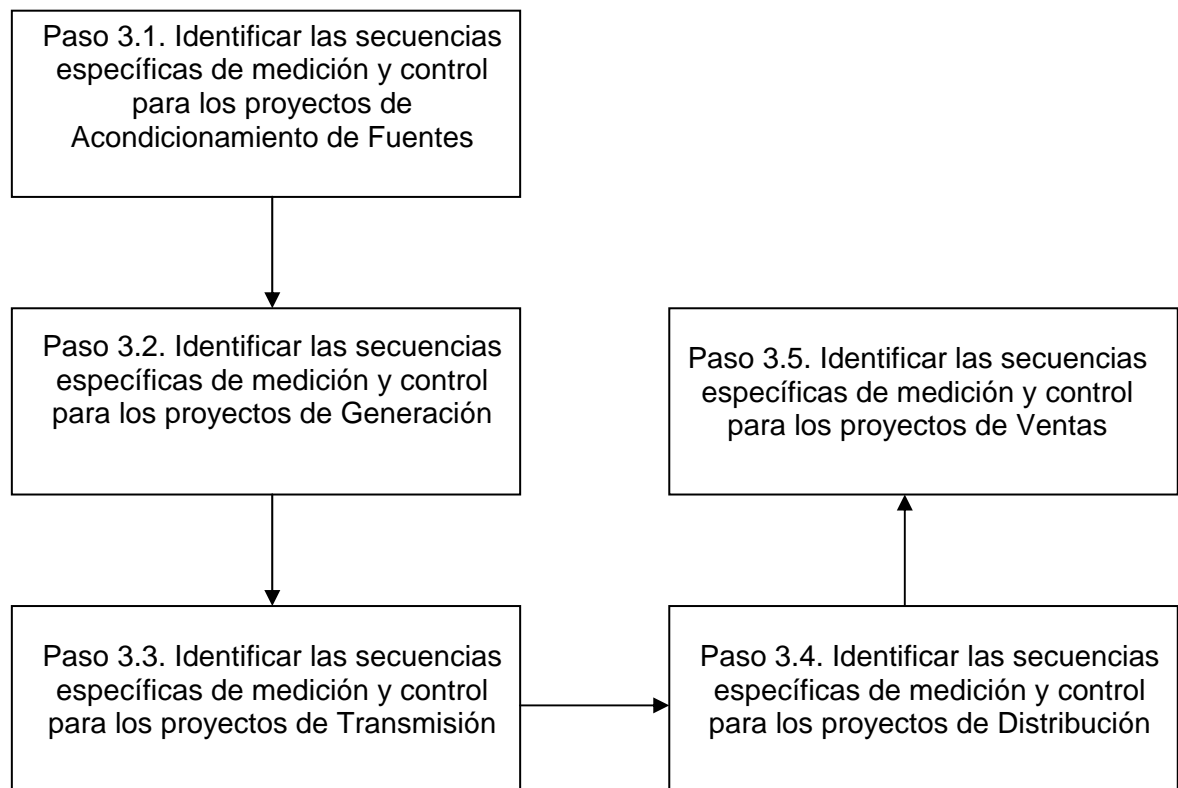
central hidroeléctrica, un campo de generación de espejos solares, un complejo de turbinas mareomotrices, una planta geotérmica, etc.)

Para cada uno de los eslabones de la cadena de valor hay que identificar las secuencias de control que aplican para cada tipo de proyecto

### Paso 3.

Precisar la filosofía de control a nivel de mediciones, controles propiamente dichos, y aplicaciones si fuese el caso para los diferentes proyectos.

Para cada fuente de energía renovable a utilizar hay que especificar las variables a medir y monitorear, concretar los controles básicos que garanticen la operación normal de los sistemas a implantar así como los requeridos en caso de alguna contingencia.



**Figura 7.4 Identificación de los elementos específicos de control**

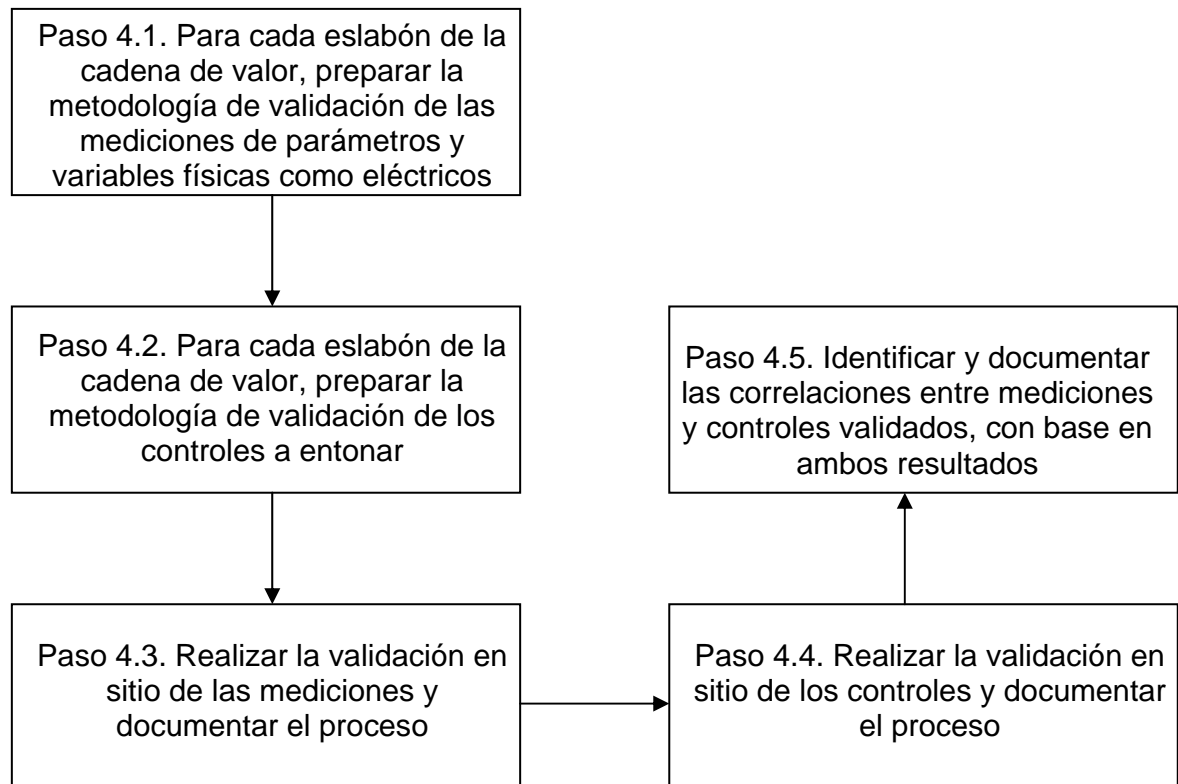
**Fuente: Diseño de la autora**

#### Paso 4.

Preparación de la metodología para validar la calidad de las mediciones y variables registradas, y controles a ejecutar con el objeto de garantizar la confiabilidad de los datos. Asimismo hay que validar el tiempo de barrido entre una interrogación y la siguiente para verificar que se cuenta con los valores mas actualizados.

Realizar visitas programadas a campo para validar la confiabilidad de las variables y controles. Se deben cotejar los valores de campo con los recibidos en la sala de control con la finalidad de determinar si existen desviaciones.

Cada visita realizada debe quedar documentada para dejar registrado todas las actividades ejecutadas y la información recabada forme parte de las lecciones aprendidas.

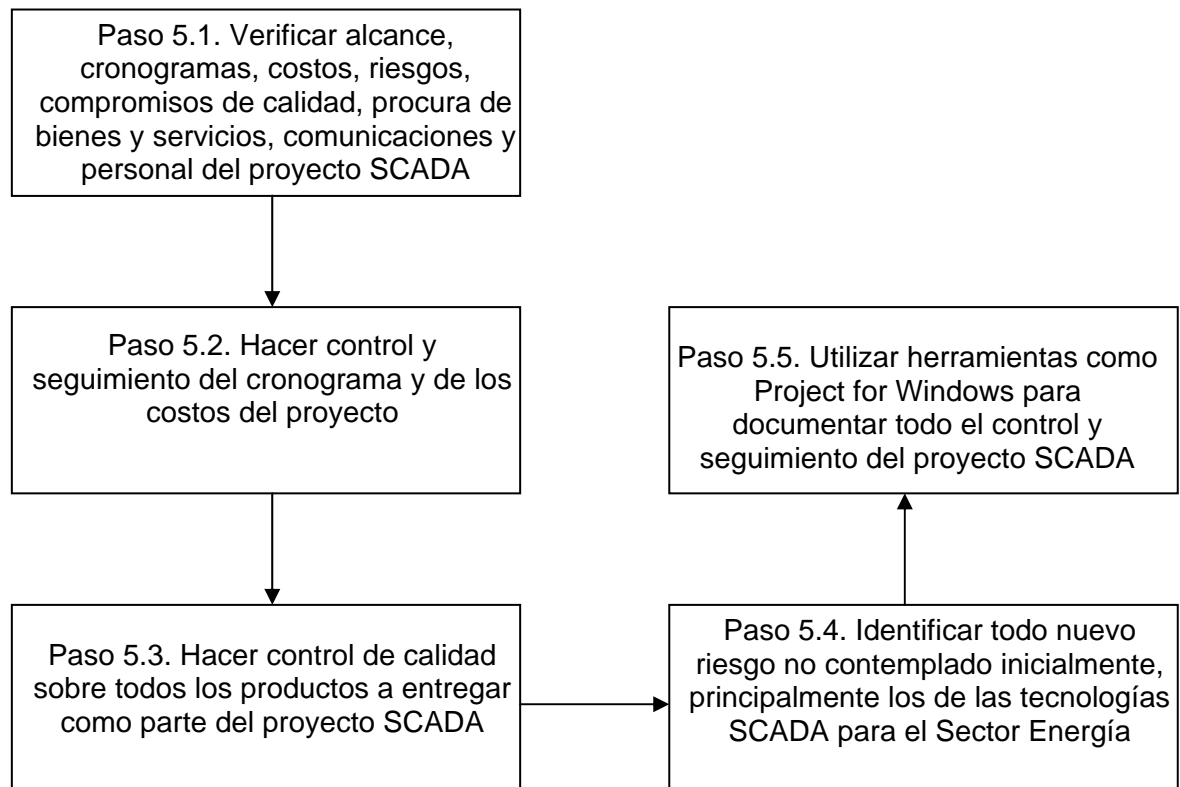


**Figura 7.5 Identificación de los elementos claves del proyecto piloto**

**Fuente: Diseño de la autora**

## Paso 5

Realizar el seguimiento periódico del proyecto y comparar el avance físico y financiero real con los establecidos en la programación, a fin realizar las acciones correctivas en el caso de que se detecten desviaciones.



**Figura 7.6 Control y seguimiento de los avances del proyecto SCADA**

**Fuente: Diseño de la autora**

Es importante destacar que este Trabajo Especial de Grado fue desarrollado siguiendo la metodología aquí propuesta (pasos 1 al 5).

## **CAPITULO VIII**

### **EVALUACION DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO**

#### **8.1. Verificación de cumplimiento de objetivos**

El objetivo general del presente trabajo especial de grado de formular una metodología de diseño de proyectos de Sistemas SCADA para sistemas de energía alternativa, se cumplió ampliamente ya que la metodología que se sugiere sirvió de base para el desarrollo de la tesis y por ende sentará las bases para que OGASI se profile como empresa pionera en la participación de proyectos altamente especializados en materia de la utilización de las energías alternativas.

En segundo lugar, los objetivos específicos fueron cubiertos, aprovechando el conocimiento y la experiencia en el desarrollo de proyectos en el área de SCADA que posee la investigadora, además de los conocimientos obtenidos en el área de las energías alternativas a través de las materias cursadas a la fecha, correspondientes al diplomado de Energías Alternativas de la UCAB.

A través del desarrollo de la tesis se obtuvo un conocimiento detallado de la realidad venezolana en cuanto a que Venezuela, además de poseer inmensas reservas de petróleo, también cuenta con un alto potencial de energías alternativas; sin embargo, a la fecha no se han llevado a cabo proyectos significativos.

Para el cumplimiento de los objetivos se revisaron las metodologías que se adecuaban mas al objetivo del trabajo especial de grado: El diamante de Porter para determinar la ventaja competitiva en el sector de las energías alternativas en Venezuela, El PMBOK que se ocupa de la dirección de los proyectos, el cual brinda una guía para la administración de proyectos y el sistema de gerencia de

proyectos para el área de instrumentación elaborado por la ISA, el cual se pasea por las diferentes fases de un proyecto de instrumentación, haciendo referencia a lo que hay que hacer y que no hacer en la ejecución de un proyecto.

## **8.2. Aspectos resaltantes a evaluar**

Hay que partir del hecho de que Venezuela es un país que cuenta con grandes recursos energéticos tanto fósiles como renovables; sin embargo Venezuela, debido a su alta dependencia del petróleo, la hace muy vulnerable a las fluctuaciones del mercado mundial, lo que pone en evidencia que es necesario plantearse a muy corto plazo desarrollar alternativas energéticas, más confiables y sustentables.

La situación antes planteada abre las puerta tanto para OGASI como para otras empresas, para que se dediquen a identificar las oportunidades se podrían aprovechar, tomando en cuenta las ventajas que ofrece nuestra variada abundancia de recursos naturales renovables.

En la investigación se puso en evidencia la necesidad de que OGASI debe capacitar sus recursos humanos técnicos, cuya educación y adiestramiento requiere desde ya acción inmediata, para así contar con personal especialista local en lugar de traerlos del exterior.

La metodología propuesta apunta a que los proyectos que se implementen utilizando los sistemas SCADA para sistema de energía eléctrica, mediante el uso de las energías alternativas, sean llevados a cabo exitosamente aplicando las diferentes fases aquí desarrolladas.

Se demuestra la vigencia y la utilidad del modelo de Porter para analizar completamente el panorama de las ventajas competitivas y sobre todos las



posibilidades reales de competencia que OGASI pueda tener en cualquier escenario.

Es importante resaltar el hecho de que el Estado debe implementar leyes y lineamientos aplicables en el sector de las energías alternativas, que conlleven a propiciar un entorno jurídico confiable para las inversiones. Sin un óptimo sistema proveedor de seguridad jurídica para todos, el mercado no podría funcionar eficientemente.

Como punto final, se quiere destacar el aprendizaje obtenido por la investigadora al ahondar en el conocimiento de las energías alternativas y en la utilización de metodologías relacionadas con proyecto para adecuarlas a la formulación de la metodología para gerenciar proyectos SCADA del área del sector eléctrico que utilicen energías renovables.

Un punto importante a considerar es el resguardo del conocimiento del personal estratégico entrevistado, de instituciones del Estado principalmente, que han aportado importantes contribuciones en la realización de este Trabajo Especial de Grado. El sujeto de tesis es un asunto de interés estratégico y muy sensible a nivel de información que debe finalmente ser publicada y más aún la mención de las fuentes.

## **CAPITULO IX**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **9.1. Conclusiones**

- Se han definido respuestas tanto de diseño como de implantación de SISTEMAS SCADA en el país, en un área tan novedosa como la de las nuevas tecnologías de generación alternativa de energía, lo que va a contribuir no solo a su rápida incorporación sino también a su asimilación efectiva en el aparato productivo nacional
- La metodología del diamante de Porter ofrece realmente una excelente fuente de los elementos que precisan una visualización como las requeridas cuando se trata de implantar nuevas tecnologías, ya que el reto va mucho más allá que el tecnológico puro
- Otra parte importante de la metodología formulada es la incorporación del análisis de la cadena del valor para conocer la composición de las variables y los controles a implantar en los sistemas SCADA de cada tecnología en particular
- La propuesta de realización de proyectos que se incluye en este trabajo especial de grado contiene también una oportunidad de inversión, si se le acompaña con el sentido de dirección aquí indicado, para cualquier inversionista, preferiblemente con competencias o sin las competencias pero con mucho poder de delegación
- Se concluyó que el trabajo desarrollado acá es pionero, sobre la base de que la bibliografía consultada estaba más enfocada hacia las fuentes de energías alternativas como tal, que hacia la necesidad de incorporar en la práctica este tipo de metodología para el logro de la implantación de proyectos que involucren la utilización de las energías alternativas para la producción de electricidad.

## **9.2. Recomendaciones**

- Abocarse a la implantación de las soluciones metodológicas acá descritas, como paso fundamental para completar los estudios técnicos de definición e implantación de sistemas SCADA incorporando propiamente las aristas de manejo del negocio eléctrico
- Implantar la gerencia de proyectos de energías alternativas con las innovaciones metodológicas acá recomendadas
- Se recomienda adicionalmente, dado que las energías alternativas vienen a resolver problemáticas sociales como alcanzar distancias lejanas donde existen pobladores con bajos recursos, incluir esta metodología para definir proyectos sociales de alimentación de servicios ambulatorios y escuelas

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Álvarez, G., Vázquez Sierra, P., Fernández, L., y Machirán, M., *Componentes de Hardware para un SCADA*, (<http://www.cujae.edu.cu/clca/trabajo/AUT139.pdf>),
2. Bacon, J M. (1989). *Instrument Installation Project Management System*, ISA 1989
3. Blanco, A. (2004) *Formulación y Evaluación de Proyectos*, UCAB Cuarta Edición 2004.
4. Biblioteca Salvat de Grandes Temas - Libros GT (1973). *Crisis Energética y Recursos Naturales*.
5. Chauveau, L. (2006). *Le développement durable, produire pour tous, protéger la planète*. Petite encyclopédie Larousse.
6. Enciclopedia del estudiante (2002). *Grandes Inventos*. Enciclopedia Larousse.
7. Francés, A. (2005). *Estrategia para la empresa en América Latina* (7ma. edición). Caracas. Ediciones IESA.
8. La Torre, A. (2005), *Guía de la materia Gerencia de proyectos*.
9. León Velásquez, J. (2004), *Modelo De Competitividad Global De La Industria De Piel De Cocodrilo Moreletii*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Escuela de Economía, Culiacán, Sin. MÉXICO.
10. Lerma H. (2001). *Metodología de la Investigación Propuesta, Anteproyecto y Proyecto*. ECOE Ediciones, 2001.
11. López Plata, J. (2003) *Trabajo especial de grado – Análisis e Implantación de un sistema integral de gestión de información de plantas eléctricas en la empresa ENELVEN generadora (ENELGEN)*. Universidad de los Andes. Mérida, Estado Mérida, Venezuela.
12. Ministerio de Energía y Minas, CAVEINEL, Venezuela: 100 años de electricidad (2006).
13. Méndez A. C. (2004). *Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación*, 3ra. edición, 2004. Mac Graw Hill.

14. Palacios L. E. (1998). *Principios Esenciales para Realizar Proyectos. El enfoque latino*. Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
15. Penzini L. P. (2005), *El futuro de la energía*, Ensayos PYV, PetroleoYV, Año 7, No. 19, 2005.
16. Project Management Institute (2004). *Cuerpo de Conocimientos de la Gerencia de Proyectos*. Pennsylvania, USA. Ediciones del PMI.
17. Project Management Institute (s.f). *PMI Member Ethical Standards*.
18. Posso, F. (2004), *Estudio del desarrollo de las energías alternativas en Venezuela*, ANALES de la Universidad Metropolitana.
19. Ramírez, M. (2005). *Guía de la materia Conceptos y Fundamentos de la Energía*. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello.
20. Rivero F., Santana A., Velazco, J. (2005). *Guía Práctica para la Elaboración del Trabajo Especial de Grado (TEG). Especialización*. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello.
21. Ruz M. y Calderón R. (2002). *Presentación Guía Metodológica para la integración del factor energía en la gestión ambiental de las pequeñas y medianas industrias*.
22. Sanchez, V. (2006). *Progresos en Energías Alternativas*, Ensayos PYV, PetroleoYV, Año 7, No. 20, 2006.
23. Santamaría, J. (2004). *Las energías renovables son el futuro*. World Watch, n<sup>o</sup>. 22, pag. 34-40.
24. Tanarro S., A., Tanarro O, A. *Diccionario Inglés-Español sobre Tecnología Nuclear*, Foro de la Industria Nuclear Española.
25. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2004), *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*, (2da. reimpresión).Caracas.
26. Velazco J. (2006). *Guía de la materia Gerencia de la Energía*. Caracas. UCAB.
27. Velazco, J. (2005). *Guía Práctica para la Elaboración del Trabajo Especial de Grado (TEG). Especialización en Gerencia de Proyectos*. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello.

28. Walisiewicz, M. (2003). *Les énergies renouvelables*, Pearson Education France.