

**HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS**

**JAIRO DAVID PUENTES VEGA
JORGE JHONATAN AGUILAR RIBERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2012

**HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS**

**JAIRO DAVID PUENTES VEGA
JORGE JHONATAN AGUILAR RIBERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**Director
NICOLÁS SANTOS SANTOS
Ingeniero de Petróleos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2012

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN “TIC´s”	19
1.1 CARACTERÍSTICAS	19
1.2 APLICACIÓN DE LAS TIC’S EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	20
1.2.1 Alcance de las “TIC´s” en la educación	21
1.2.1.1 Información variada	22
1.2.1.2 Flexibilidad instruccional	22
1.2.1.3 Aumento de la motivación	22
1.2.1.4 Actividades colaborativas	22
1.2.1.5 Potenciar la innovación educativa	23
1.2.2 Uso de las “TIC´s” en la enseñanza presencial	23
1.3 APRENDIZAJE Y SISTEMAS DE EDUCACIÓN COMPUTACIONAL	24
1.3.1 Tipos de materiales educativos computarizados, “MEC´s”	25
1.3.1.1 Sistemas tutoriales	26
1.3.1.2 Sistema de ejercitación y práctica	26
1.3.1.3 Simuladores y juegos educativo	26
1.3.1.4 Lenguajes sintónicos y micromundos exploratorios	27
1.3.1.5 Sistemas expertos con fines educativos	27
1.3.1.6 Sistemas tutoriales inteligentes	27
1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS “TIC´s”	28
1.4.1 Ventajas	28
1.4.2 Desventajas	29
1.5 EDUCACIÓN VIRTUAL	30
1.5.1 Rol del profesor en la educación virtual	31
1.5.2 Rol del estudiante en la educación virtual	32
1.6 MULTIMEDIA	33

1.6.1 Características de los sistemas multimedia	34
1.6.1.1 Controladas por ordenador	34
1.6.1.2 Integrados	35
1.6.1.3 Almacenamiento digital de la información	35
1.6.1.4 Interactividad	35
1.7 PEDAGOGÍA	36
1.7.1 Clases de pedagogía	37
1.7.1.1 Pedagogía normativa	37
1.7.1.2 Pedagogía descriptiva	37
1.7.1.3 Pedagogía psicológica	38
1.7.1.4 Pedagogía teológica	38
2. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS	39
2.1 GENERALIDADES	39
2.1.1 ¿Qué es el Gas Natural?	40
2.1.2 Composición básica del Gas Natural	41
2.1.3 Tratamiento Del Gas Natural	42
2.1.4 Transporte Del Gas Natural	42
2.2 CONTENIDO DE AGUA Y FORMACIÓN DE HIDRATOS	44
2.2.1 Hidratos de Gas	44
2.2.2 Condiciones de formación de Hidratos de Gas	44
2.2.2.1 Condiciones principales que promueven la formación de hidratos	44
2.2.2.2 Condiciones secundarias	45
2.2.3 Contenido de agua en el Gas Natural	46
2.2.4 Predicción de formación de Hidratos	46
2.3 INHIBICIÓN DE HIDRATOS	47
2.4 DESHIDRATACIÓN DEL GAS NATURAL	48
2.4.1 Deshidratación por Absorción (glicol líquido)	50
2.4.2 Deshidratación por Adsorción (lecho sólido)	50
2.4.2.1 Aplicaciones	51
2.4.2.2 Descripción del proceso	52

2.5 ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL	53
2.5.1 Endulzamiento con Aminas	54
2.5.1.1 Aminas Primarias	55
2.5.1.2 Aminas Secundarias	55
2.5.1.3 Aminas Terciarias	55
2.5.2 Endulzamiento con Membranas Permeables	56
2.6 RECOBRO DE LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL (LGN)	58
2.6.1 Refrigeración mecánica	59
2.6.2 Absorción con aceite pobre	60
2.6.3 Turboexpander	60
2.6.4 Tecnología TWISTER	62
2.6.5 Expansión Joule – Thomson	63
2.7 FRACCIONAMIENTO DE LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL	65
2.7.1 Proceso	65
2.8 EQUIPOS	67
2.8.1 Mecanismos de transferencia de calor	67
2.8.2 Intercambiadores de calor	67
2.8.3 Condensadores	69
2.8.4 Rehervidores	69
2.8.5 Compresores	70
2.9 TRANSPORTE DE GAS NATURAL	71
2.9.1 Sistemas de transporte de gas natural en Colombia	72
2.9.2 Diseño y dimensionamiento	73
2.9.2.1 Ecuaciones De Flujo De Gas En Tuberías	73
3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	77
3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO	77
3.1.1 Objetivos que se pretenden alcanzar con el uso de la herramienta.	77
3.1.2 Características de la población objetivo	78
3.1.3 Área de contenido	78
3.1.4 Necesidad educativa	79

3.2 DISEÑO	79
3.2.1 Diseño lógico	79
3.2.2 Diseño funcional	79
3.2.3 Diseño físico	79
3.2.3.1 Medios de transmisión de la información	79
3.2.3.2 Desarrollo de la interfaz	80
3.2.3.3 Imágenes	82
3.2.3.4 Sonido	82
3.2.3.5 Color	82
3.2.3.6 Contenido de la herramienta	82
3.2.3.7 Sistema de evaluación	86
3.2.3.9 Modulo de ayuda	86
4. MANUAL DEL USUARIO	87
4.1 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LA HERRAMIENTA	87
4.1.1 Instalación de la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS”	87
4.1.2 Procedimiento de Inicio	88
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	89
4.2.1 Introducción a la herramienta	89
4.2.2 Interfaz de inicio	89
4.2.3 Contenido de la Herramienta	91
4.2.4 Animaciones, gráficos, esquemas, tablas y ecuaciones	95
4.3 ACCESO A LA INFORMACIÓN	95
4.4 SISTEMA DE EVALUACIÓN	98
4.5 MÓDULO DE AYUDA	101
4.6 BOTONES COMPLEMENTARIOS	102
4.6.1 Botones de función	103
5. CONCLUSIONES	108

6. RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de Inhibidores	48
Figura 2. Esquema típico de una unidad de deshidratación con glicol	51
Figura 3. Diagrama de flujo típico de una planta de deshidratación con desecante sólido de dos torres	53
Figura 4. Separación del Gas con Membranas	57
Figura. 5. Proceso de Absorción con Aceite Pobre	61
Figura 6. Proceso Criogénico Turboexpander	62
Figura. 7. Dispositivo Tecnología Twister	64
Figura 8. Proceso de Expansión J-T	64
Figura 9. Diagrama esquemático del proceso de fraccionamiento	66
Figura 10. Clasificación de los intercambiadores de calor según tipo de superficie	68
Figura 11. Clasificación de los compresores	71
Figura 12. Visualización del icono para ingresar a la herramienta multimedia “Ingeniería de Gas.exe”	89
Figura 13. Ventana de visualización de la Introducción de la herramienta	90
Figura 14. Ventana de visualización de la interfaz de inicio	91
Figura 15. Visualización del Sistema de Contenido de la Herramienta	94
Figura 16. Visualización de gráficos de la Herramienta	96
Figura 17. Visualización del capítulo Deshidratación del Gas Natural	97
Figura 18. Visualización de la información de la sección “Deshidratación por Adsorción”	98
Figura 19. Visualización del Sistema de Evaluación de la Herramienta	99
Figura 20. Visualización de los resultados arrojados por el Sistema de Evaluación	101
Figura 21. Ventana de visualización del Sistema de Ayuda	103
Figura 22. Botón de inicio	103

Figura 23. Botón de menú principal	104
Figura 24. Botón apagar/encender sonido	104
Figura 25. Botón vista normal	104
Figura 26. Botón pantalla completa	105
Figura 27. Botón revisar prueba	105
Figura 28. Botón comprobar respuestas	105
Figura 29. Botón página siguiente	106
Figura 30. Botón página anterior	106
Figura 31. Botón de salida	106
Figura 32. Botones de acceso rápido	107
Figura 33. Botón inicio de evaluación	107
Figura 34. Botón siguiente pregunta	107
Figura 35. Botón de animación	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición y Porcentaje Molar de una mezcla de Gas Natural	41
Tabla 2. Especificaciones de Calidad del Gas Natural	43
Tabla 3. Principales propiedades de las Aminas	55
Tabla 4. Características y Propiedades de las Alcalonaminas	56
Tabla 5. Capacidad de los procesos para tratamiento de gas	56
Tabla 6. Concentración de la Solución y Cantidad de gas ácido removido	56

RESUMEN

TITULO: HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS[♦]

AUTORES: JORGE JOHNATAN AGUILAR RIBERO
JAIRO DAVID PUENTES VEGA^{**}

PALABRAS CLAVES: Herramienta, multimedia, soporte, aprendizaje, gas.

DESCRIPCIÓN

El desarrollo de la herramienta multimedia “Ingeniería de gas” tiene como propósito ofrecer un soporte académico en el proceso de enseñanza y aprendizaje a los estudiantes de la asignatura Ingeniería de Gas en el plan de estudios de Ingeniería de Petróleos.

La herramienta fue diseñada en base a una interfaz de fácil manejo para cualquier usuario, donde se puede encontrar información en forma organizada la cual se presenta bajo diferentes medios como texto, imágenes, gráficos y animaciones, para permitir al usuario una búsqueda práctica y sencilla que le facilite llegar al tema de interés en la asignatura ya que se consignan desde generalidades hasta los principales procesos aplicados a la Ingeniería del gas.

Adicionalmente, se desarrolló bajo criterios pedagógicos que permitan al estudiante fomentar e incentivar su aprendizaje mediante el refuerzo de sus conceptos que se presentan a lo largo de la interacción con la herramienta, permitiéndole también una retroalimentación que obtendrá al discutir sus inquietudes con el docente o tutor de la asignatura.

No obstante, el estudio de la asignatura no debe limitarse a la herramienta ya que ésta se presenta como un soporte en el proceso de enseñanza – aprendizaje, más no como único material de apoyo, consulta o evaluación.

[♦] Trabajo de grado

^{**} Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director Ing. Nicolás Santos Santos.

SUMMARY

TITULO: MULTIMEDIA TOOL AS SUPPORT IN THE TEACHING LEARNING PROCESS OF THE GAS ENGINEERING COURSE*

AUTHORS: JORGE JOHNATAN AGUILAR RIBERO
JAIRO DAVID PUENTES VEGA**

KEYWORDS: Tool, multimedia, support, learning, gas.

DESCRIPTION

The development of multimedia tool “Gas Engineering” is intended to provide academic support in the process of teaching and learning to students of the Gas Engineering course in the Petroleum Engineering curriculum.

The tool was designed based on a user-friendly interface for all users, where you can find information in an organized manner which is presented in different media such as text, images, graphics and animations, to allow the user a simple and practical search that will facilitate the consultation of the topic of interest in the subject and is entered from generalities to the main processes used in the gas engineering.

Additionally, it was developed under pedagogical criteria that allow the student to foster and encourage his learning by reinforcing their concepts presented throughout the interaction with the tool, allowing it also to get feedback to discuss their concerns with the teacher or tutor of the subject.

However, the study of the subject should not be limited to the tool as it is presented as a support in the teaching – learning process, but not as the only material support, consultation or evaluation.

* Work degree

** Industrial University of Santander. Engineering Faculty of Physical Chemistry, School of Petroleum Engineering, Director Mr. Nicolás Santos Santos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se dispone de diversos recursos para acceder a las múltiples fuentes de información científica y tecnológica; uno de los más recientes y en auge son las Tecnologías de la Información y la Comunicación, “TIC’s”. Estos recursos son prácticos, sencillos y de fácil acceso, siempre y cuando se cuente con los medios suficientes para el buen manejo y aprovechamiento de éstas.

Hoy en día, la participación del alumno en el proceso de aprendizaje es pasiva, debido al esquema tradicional que procura la comprensión de conceptos basada en la actividad del docente. Además, el tiempo de acompañamiento de los docentes cada vez es más corto, lo cual ocasiona que no se logre un aprendizaje adecuado para el desarrollo de las asignaturas.

Las “TIC’s” se han convertido en un medio indispensable para la sociedad especialmente en el entorno educativo, gracias a la información que estas le proveen al alumno con la finalidad de que este asimile y construya sus propias ideas.

Pero para poder aprovechar todas estas tecnologías en el entorno educativo, es necesario un cambio pedagógico por medio de los docentes y las instituciones educativas. Modificando el método tradicional educativo por un método donde sean utilizadas las “TIC’s” como medio de aprendizaje participativo, interactivo y ágil.

Conforme se han venido aplicando las “TIC’s” en el aula, se ha evidenciado mayor motivación e interés por parte de los alumnos por adquirir conocimientos (cumpliendo con uno de los principales objetivos que se busca con estas tecnologías), ya que estos métodos no son tan rígidos y promueven que el alumno participe, interactúe, infiera y busque su propio conocimiento.

El desarrollo de una herramienta multimedia adecuada a los contenidos de la asignatura Ingeniería de Gas del actual plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, será de gran utilidad tanto para el docente como para el estudiante, ya que en algunas ocasiones, no se puede transmitir toda la información deseada, debido a diversos factores que reducen el tiempo requerido para la comprensión de dicha información.

El presente documento expone la información que se utilizó para el desarrollo de una herramienta multimedia, que busca mejorar el proceso enseñanza–aprendizaje y lograr que los estudiantes consulten el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas en forma masiva. Con la herramienta desarrollada se facilita el acceso a información del contenido de la asignatura, ya que contiene una recopilación bibliográfica de diversos autores para cada tema en específico y además sistematiza la evaluación bajo un enfoque de formación integral del estudiante.

La “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS” proporcionará al estudiante que se encuentre viendo o esté interesado en dicha asignatura, un medio de estudio disponible en cualquier momento y lugar la cual, con la guía del docente, hará más fácil el proceso de aprendizaje de la asignatura.

1. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN “TIC´s”¹

Las tecnologías de la Información y Comunicación, son aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, sintetizan, recuperan y presentan información de una forma variada. Además actúan como soporte y canal para el tratamiento y acceso a la información, para dar forma, registrar, almacenar y difundir contenidos digitalizados.

Para todo tipo de aplicaciones educativas, las “TIC´s” son medios y no fines. Por lo tanto, son instrumentos y materiales de construcción que facilitan el aprendizaje, el desarrollo de habilidades y se adaptan a los diferentes estilos y ritmos de los aprendices.

1.1 CARACTERÍSTICAS²

Las principales características de las Tecnologías de la Información y Comunicación con las siguientes:

- Son de carácter innovador y creativo, pues dan acceso a nuevas formas de comunicación.
- Tienen mayor influencia y beneficia en mayor proporción al área educativa ya que la hace más accesible y dinámica.
- Son considerados temas de debate público y político, pues su utilización implica un futuro prometedor.

¹ <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/sanrey/TIC´s.pdf>

² <http://www.monografias.com/trabajos37/tecnologias-comunicacion/tecnologias-comunicacion.shtml>

- Se relacionan con mayor frecuencia con el uso de la Internet y la informática.
- Afectan a numerosos ámbitos de las ciencias humanas como la sociología, la teoría de las organizaciones o la gestión.

1.2 APLICACIÓN DE LAS TIC's EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE³

Las "TIC's" han llegado a ser uno de los pilares básicos de la sociedad y hoy es necesario proporcionar al ciudadano una educación que tenga en cuenta esta realidad. Las posibilidades educativas de las "TIC's" han de ser consideradas en dos aspectos: su conocimiento y su uso.

El primer aspecto es consecuencia directa de la cultura de la sociedad actual. No se puede entender el mundo de hoy sin un mínimo de cultura informática. Es preciso entender cómo se genera, cómo se almacena, cómo se transforma, cómo se transmite y cómo se accede a la información en sus múltiples manifestaciones (textos, imágenes, sonidos, videos, animaciones, etc.) si no se quiere estar al margen de las corrientes culturales. Hay que intentar participar en la generación de esa cultura. Es ésta la gran oportunidad, que presenta dos facetas:

- Integrar esta nueva cultura en la educación, contemplándola en todos los niveles de la enseñanza.
- Lograr libre, espontánea y permanentemente una formación a lo largo de toda la vida mediante el uso generalizado de las "TIC's",

³ <http://educatIC's.blogspot.com/>

El segundo aspecto, aunque también muy estrechamente relacionado con el primero, es más técnico. Se deben usar las “TIC’s” para aprender y enseñar. Es decir, el aprendizaje de cualquier materia o habilidad se puede facilitar mediante las “TIC’s” y, en particular, mediante la Internet aplicando las técnicas adecuadas. Este segundo aspecto tiene que ver muy ajustadamente con la Informática educativa.

No es fácil practicar una enseñanza de las “TIC’s” que resuelva todos los problemas que se presentan, pero hay que tratar de desarrollar sistemas de enseñanza que relacionen los distintos aspectos de la informática y de la transmisión de información, siendo al mismo tiempo lo más constructivos que sea posible desde el punto de vista metodológico.

1.2.1 Alcance de las “TIC’s” en la educación⁴. La enseñanza tradicional tenía por objetivo fundamental la adquisición de conocimientos, basándose para ello en procesos de memorización, impartándose la enseñanza de forma colectiva, en la que el profesor actuaba como el emisor de conocimientos y el estudiante como receptor de los mismos. Este tipo de enseñanza sigue un modelo conductista para la adquisición de conocimientos. En contraposición, en la sociedad de la información, el objetivo fundamental de la educación es posibilitar que el estudiante sea capaz de construir sus propios conocimientos a partir de sus conocimientos previos, de las experiencias y de la información a la que puede acceder. Es necesario distinguir, por tanto, entre información y conocimiento, la mera disponibilidad de información no garantiza la adquisición de conocimientos, es necesario que el alumno, apoyado y guiado por el profesor, sea capaz de “aprender a aprender”, esto es acceder a la información, comprenderla, resaltar las ideas fundamentales, estructurarla y tener una visión crítica sobre la misma. El alumno pasa a ser el centro del proceso de aprendizaje, es quien construye el conocimiento, a través del apoyo y guía del profesor. En este contexto son de gran

⁴ <http://www.uv.es/bellohc/pdf/pwtic2.pdf>

importancia el uso de entornos y metodologías facilitadoras del aprendizaje que permitan al alumno aprender y convertir la información en conocimientos. Las “TIC’s” son elementos adecuados para la creación de estos entornos por parte de los profesores, apoyando el aprendizaje constructivo, colaborativo y por descubrimiento.

El uso de las “TIC’s” presenta varias ventajas en su comparación con los recursos utilizados en la enseñanza tradicional. La mayoría de estas ventajas están relacionadas directamente con las propias características de las “TIC’s”. Entre ellas cabe destacar:

1.2.1.1 Información variada. Es posible acceder a gran cantidad de información sobre diferentes ámbitos. Esto permite que el alumno deba realizar un análisis de la misma que le permitan valorar la calidad y credibilidad de la misma.

1.2.1.2 Flexibilidad instruccional. El ritmo de aprendizaje y el camino a seguir durante el proceso puede ser diferente para los distintos alumnos adecuándose a las necesidades diversas que se presentan en el aula.

1.2.1.3 Aumento de la motivación. Diversos estudios demuestran que los estudiantes se muestran más motivados cuando utilizan las “TIC’s” como medio de aprendizaje, este efecto que aún se produce, puede ser debido a la novedad, aunque el aumento de la motivación está muy relacionado, tanto con el mayor atractivo de las presentaciones multimedia sobre las tradicionales, como por la mayor implicación del alumno en su proceso de aprendizaje.

1.2.1.4 Actividades colaborativas. El uso adecuado de las “TIC’s”, en trabajos de grupo, puede potenciar las actividades colaborativas y cooperativas entre los alumnos y también la colaboración con otros centros o instituciones por medio de la red.

1.2.1.5 Potenciar la innovación educativa. La nueva sociedad utiliza nuevas tecnologías que favorecen nuevas metodologías. Si bien, no es una relación causa-efecto, es indudable que los profesores que conocen nuevas tecnologías tienden a buscar nuevas formas de enseñar y nuevas metodologías didácticas más adecuadas a la sociedad actual y a los conocimientos y destrezas que deben desarrollar los estudiantes para su adaptación al mundo adulto.

1.2.2 Uso de las “TIC’s” en la enseñanza presencial⁵. Existen diferencias en relación al uso que se ha realizado de las “TIC’s” en la modalidad de enseñanza presencial y la enseñanza a distancia, puesto que las características propias de cada una de las modalidades han llevado al uso de determinadas aplicaciones y servicios. No obstante, la influencia de la “TIC’s” ha dado lugar a sistemas de enseñanza semipresenciales que suponen cambios organizativos y estructurales de gran calado en relación a las enseñanzas presenciales y a distancia.

En la enseñanza presencial el uso de las “TIC’s” produce una ruptura de las limitaciones físicas del espacio ‘aula’, actuando como un espacio de comunicación e intercambio de información entre los miembros de la comunidad educativa (padres, profesores, alumnos, etc.). El uso pedagógico de las redes de comunicación puede propiciar que la relación entre educadores y educandos encuentre un ambiente que estimule la función del estudiante, como un agente activo de su propia instrucción, y la del maestro, como un guía más como una autoridad inapelable. En suma, la Internet no solo provee herramientas, medios, recursos y contenidos sino, principalmente, entornos y ambientes que promueven interacciones y experiencias de interconexión e innovación educativa.

El ordenador puede ser en el aula de clase una ventana a la sociedad, en donde el alumno acceda a información y contenidos relevantes para su formación. Asimismo, el profesor puede utilizar en su aula una fuente importante de recursos

⁵ <http://www.uv.es/bellohc/pdf/pwtic2.pdf>

educativos de gran calidad y con un alto contenido multimedia, lo cual resulta extraordinariamente motivador para los alumnos. Por ejemplo, se puede acceder a páginas tan interesantes como el museo del Louvre, la página web de la NASA, documentales interesantes de National Geographic, etc., muchas de las cuales disponen de apartados específicos destinados a los escolares.

Sin embargo, se acentúa la necesidad de que el profesor realice una tarea como tutor, apoyando el proceso de aprendizaje, para que los alumnos realicen un aprendizaje constructivo, que les permita utilizar de una forma comprensiva y adecuada la información a la que acceden, evitando el riesgo que plantea J. Sculley (en Poole, 1999) *"Pienso que tenemos una sobrecarga de datos y, sin embargo, hay muy pocas personas que son capaces de utilizar la información de una forma satisfactoria"* (pág. 167). La ayuda constante y flexible del profesor, para que los estudiantes desarrollen estrategias de acceso e integración de la información, de resolución de problemas complejos, de interacción con otros, etc., resultará clave en el desarrollo de estas posibilidades.

1.3 APRENDIZAJE Y SISTEMAS DE EDUCACIÓN COMPUTACIONAL⁶

Es necesario establecer el tipo de educación que se desea apoyar, pues en el proceso enseñanza–aprendizaje existen diversas formas de dirección, una de éstas corresponde al aprendizaje que es impartido por el docente hacia los estudiantes, conocido como “metáfora de transmisión” y supone que el estudiante es un ser dependiente y el docente es quien decide qué y cómo enseñar. El aprendizaje *autodirigido*, conocido como metáfora del diálogo, supone que el ser humano crece en capacidad de autodirigirse, como un componente esencial de madurez y que ésta capacidad debe desarrollarse lo más rápido posible. Estos ambientes de aprendizaje correctamente empleados pueden complementarse de

⁶ VANEGAS PEREZ, Daniel Andrés y GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Christian Leonardo. Herramienta multimedia para el estudio del área de perforación de pozos en el programa académico de ingeniería de petróleos. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2010, p 23.

tal forma que el estudiante pueda desarrollar las competencias necesarias por su cuenta a partir de los recursos que se le proporcionan en los centros educativos. Complementario a lo anterior, no es extraño que se hayan desarrollado dos formas sistemáticas para la creación y uso de tales ambientes de aprendizaje, de esta forma se tiene un enfoque algorítmico, el cual hace referencia a un conjunto ordenado y finito de operaciones que permiten hallar la solución a un problema. Por otro lado, se establece un enfoque *Heurístico*, bajo el cual el desarrollo de las actividades y la solución de los problemas recaen en la asimilación por parte del estudiante de las enseñanzas que ha proporcionado su maestro. Con este enfoque es el docente quien decide aquello que desea enseñar, la forma de hacerlo, y las herramientas para lograrlo, proporcionando una educación controlada.

1.3.1 Tipos de materiales educativos computarizados, “MEC’s”. Los materiales educativos computarizados, “MEC’s”, buscan proporcionar elementos que faciliten el proceso enseñanza–aprendizaje, principalmente para aquellos tópicos que son difíciles de transmitir para los estudiantes, dificultando su asimilación. Estos materiales permiten escenarios en los cuales el usuario puede vivir, analizar, modificar y repetir a voluntad, una actividad bajo una perspectiva en la que es posible poner a prueba sus propios patrones de pensamiento.

Los “MEC’s” se pueden clasificar según las funciones educativas que asumen, a saber: sistemas tutoriales, sistemas de ejercitación y práctica, simuladores, juegos educativos, lenguajes sintónicos, micromundos exploratorios, sistemas expertos, sistemas inteligentes de enseñanza.

Cada uno de estos “MEC’s” tiene cualidades y limitaciones que vale la pena detallar, a efectos de favorecer una selección apropiada del tipo “MEC’s” que mejor corresponda a una necesidad educativa.

1.3.1.1 Sistemas tutoriales. Típicamente, un sistema tutorial incluye cuatro grandes fases que deben formar parte de todo proceso de enseñanza-aprendizaje: la fase introductoria, en la que se genera la motivación, se centra en la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que se desea que el alumno aprenda; la fase de orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido; la fase de aplicación, en la que hay evocación y transferencia de lo aprendido; y la fase de retroalimentación en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroinformación y refuerzo. Esto no significa que todos los tutoriales deben ser iguales.

1.3.1.2 Sistema de ejercitación y práctica. Como lo sugiere su denominación, con ellos se trata de reforzar las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroinformación. En un sistema de ejercitación y práctica deben conjugarse tres condiciones: cantidad de ejercicios, variedad en los formatos en que se presentan y retroinformación que reoriente con luz indirecta la acción del aprendiz. Otros factores importantes en este tipo de sistemas, son los sistemas de motivación y de refuerzo. Buscan que el aprendiz logre destreza en lo que está practicando y esto no se logra sino con amplia y variada ejercitación, es importante crear un gancho dentro del programa que motive al usuario a realizar correctamente y sin ayuda una cantidad significativa de ejercicios. La competencia puede ser un efectivo motivador (competencia contra otros estudiantes, contra el computador, contra uno mismo, o contra el reloj). La variedad de despliegues de pantalla usando texto, gráficas y sonidos también es motivante, así como la fijación de metas y el suministro de recompensas relacionadas.

1.3.1.3 Simuladores y juegos educativos. Ambos poseen la cualidad de apoyar aprendizaje de tipo experiencial y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento. La interacción con un micromundo, en forma semejante a la que se tendría en una situación real, es la fuente de conocimiento.

Las simulaciones y los juegos educativos pueden usarse en apoyo de cualquiera de las cuatro fases del aprendizaje: pueden ser sólo motivantes, o añadir a esto la oportunidad de descubrir el conocimiento, de afianzarlo practicando en variedad de situaciones y en cada una de ellas recibe información de retorno diferencial.

1.3.1.4 Lenguajes sintónicos y micromundos exploratorios. Una forma particular de interactuar con micromundos es haciéndolo con ayuda de un lenguaje de computación, en particular si es de tipo sintónico. Un lenguaje sintónico es aquel en el que no hay que aprender, uno está sintonizado con sus instrucciones y se puede usar naturalmente para interactuar con un micromundo en el que los comandos sean aplicables. El uso de los lenguajes de computación que permiten interactuar con micromundos es clave no solo por la naturalidad con que se puede usar el lenguaje, sino por la posibilidad de practicar la estrategia con pasos en la solución de problemas, siendo la base de la programación. La principal utilidad de los lenguajes sintónicos es servir para el desarrollo de estrategias de pensamiento basadas en el uso heurístico de solución de problemas.

1.3.1.5 Sistemas expertos con fines educativos. Una clase muy particular de sistemas para aprendizaje heurístico son los llamados sistemas expertos. Estos son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de algún dominio rico en conocimientos, con el ánimo de resolver problemas y dar consejo a quienes no son expertos en la materia.

1.3.1.6 Sistemas tutoriales inteligentes. La idea básica de un sistema tutorial inteligente es la de ajustar la estrategia de enseñanza–aprendizaje, el contenido y forma de lo que se aprende a los intereses, expectativas y características del aprendiz, dentro de las posibilidades que brinda el área y nivel de conocimiento y de las múltiples formas en que éste se puede presentar u obtener.

1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS “TIC´s” ⁷

Si bien es cierto que la necesidad de comunicarse hace más notorio el carácter indispensable del conocimiento sobre las tecnologías de información y comunicación y la aplicación de éstas en distintos ámbitos de la vida humana, se hace necesario también reconocer las repercusiones que traerá consigo la utilización de estas nuevas tecnologías ya sean benéficas o perjudiciales.

A continuación se mostrarán algunas de las ventajas y desventajas que origina el empleo de las “TIC´s” en el desarrollo de las actividades humanas:

1.4.1 Ventajas. Entre algunas de las ventajas que podemos mencionar, encontramos las siguientes:

- Permiten el aprendizaje interactivo y la educación a distancia
- Permiten obtener un alto grado de interdisciplinariedad ya que el computador debido a su versatilidad y gran capacidad de almacenamiento permite realizar diversos tipos de tratamiento de una información muy amplia y variada.
- Dan acceso al flujo de conocimientos e información para empoderar y mejorar las vidas de las personas
- El uso del papel se puede reducir a su mínima expresión reemplazándolo por el formato digital

⁷<http://www.monografias.com/trabajos37/tecnologias-comunicacion/tecnologias-comunicacion.shtml>

- En caso de no disponer de tiempo o equipo instrumental adecuado, con éstas el profesor puede mostrar el fenómeno en estudio empleando alguna simulación disponible
- Desarrollo de habilidades en la búsqueda de la información
- Exactitud

1.4.2 Desventajas. Los beneficios de esta revolución no están distribuidos de manera equitativa junto con el crecimiento de la Internet ha surgido un nuevo tipo de pobreza que separa los países en desarrollo de la información, dividiendo los educandos de los analfabetos, los ricos de los pobres, los jóvenes de los viejos, los habitantes urbanos de los rurales, diferenciando en todo momento a las mujeres de los varones. Otras desventajas que se pueden observar en la utilización de las tecnologías de información y comunicación son:

- Falta de privacidad
- Aislamiento
- Fraude
- Es necesario la capacitación continua de los docentes por lo que tiene que invertir recursos (tiempo y dinero) en ello
- El costo de la tecnología no es nada despreciable por lo que hay que disponer de un presupuesto generoso y frecuente que permita actualizar los equipos periódicamente
- Dado el vertiginoso avance de las tecnologías, éstas tienden a quedarse

descontinuadas muy pronto lo que obliga a actualizar frecuentemente el equipo y adquirir y aprender nuevos software

- Hay situaciones muy particulares donde una animación, video o presentación nunca pueden superar al mundo real por lo que es necesaria la experimentación que solo se logra en un laboratorio o aula de clases bien equipada
- Dada la cantidad y variedad de información, es fácil que el estudiante se distraiga y pierda tiempo navegando en páginas que no le brinde provecho. El estudiante puede perder su objetivo y su tiempo.
- Dada la cantidad, variedad e inmediatez de información, los chicos puedan sentirse saturados y en muchos casos se remiten a “cortar y pegar” información sin procesarla.

1.5 EDUCACIÓN VIRTUAL⁸

La definición de educación virtual no varía mucho en relación con la definición de educación presencial, dado que la única diferencia se da en los medios empleados para establecer la comunicación entre los actores del proceso educativo. Este elemento que diferencia a la educación tradicional presencial de la virtual, le otorga algunas características que para una gran parte del potencial mercado educativo pueden ser muy benéficas, tales como la flexibilidad en el manejo del tiempo y el espacio.

El concepto puede ser mejor comprendido si se mira desde la perspectiva de la educación a distancia pero con las posibilidades más sofisticadas de comunicación que ofrecen las “TIC´s” hoy en día. Algunos autores han catalogado

⁸ http://www.pucpr.edu/congresoeducacionvirtual/congreso2010/que_es_educacion_virtual.htm

las “TIC´s” como los medios de comunicación de tercera generación que han reemplazado con amplias ventajas a los medios tradicionales para la educación a distancia: la radio, la televisión, el teléfono y el correo.

La educación virtual puede concebirse entonces como una nueva modalidad de impartir educación, que hace uso de las “TIC´s” y que no es ni mejor, ni peor que la modalidad presencial, simplemente diferente. Quienes en el pasado basaron la comprensión de la modalidad de educación virtual en la modalidad de educación presencial, tuvieron múltiples dificultades al intentar aplicar los diferentes elementos que constituyen la presencialidad a la virtualidad.

1.5.1 Rol del profesor en la educación virtual. Al igual que sucede en la presencialidad, el profesor debe realizar aquellas actividades que exige una buena planeación académica, tales como: definición de objetivos, preparación de los contenidos, selección de una metodología apropiada, elaboración de material didáctico y elaboración de un plan de evaluación. Hasta aquí, las tareas del profesor en la virtualidad no difieren en absoluto del profesor presencial. Sin embargo, cuando el medio disponible para la interacción profesor – alumno son las “TIC´s”, que no permiten una interacción física, el profesor debe desarrollar además, nuevas habilidades, tales como:

- Capacidad de interactuar con diseñadores gráficos y programadores de sistemas que apoyarán el montaje y rodaje del curso.
- Conocimientos y habilidades en el manejo de las “TIC´s”: internet, correo electrónico, foros, chat, grupos de discusión y búsqueda de información en bases de datos electrónicas.
- Conocer y poner en práctica estrategias metodológicas que estimulen la participación de los estudiantes.

- Mantener una comunicación fluida y dinámica con los estudiantes a través de medios sincrónicos o asincrónicos de comunicación, entendiendo que gran parte del rol docente en el aprendizaje de los estudiantes, se da gracias a un buen acompañamiento y orientación del profesor.
- Conocer y emplear metodologías que propicien el trabajo colaborativo del grupo.

1.5.2 Rol del estudiante en la educación virtual. El estudiante que participa en un programa de educación virtual, también debe desarrollar ciertas habilidades especiales que le permitan sacar el máximo provecho de las estrategias educativas definidas por su profesor, tales como:

- Desarrollar con base en la motivación, un alto nivel de autonomía que le permita además de seguir las indicaciones del curso y obtener así el aprendizaje derivado de ellas, ir más allá a través de la búsqueda de nueva información y la elaboración de procesos avanzados de aprendizaje basados en el análisis, la síntesis y la experimentación.
- Al igual que el profesor, el estudiante debe tener habilidades y conocimientos suficientes en el manejo de las “TIC’s”.
- Capacidad para relacionarse con sus compañeros para la elaboración de proyectos de trabajo colaborativo.
- Tener una alta disciplina en el manejo del tiempo para garantizar así el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos y dar cumplimiento al cronograma definido por su profesor.

1.6 MULTIMEDIA⁹

Multimedia es un término muy utilizado desde comienzos de los años 90, y está relacionado con: informática, telecomunicaciones, edición de documentos, electrónica de consumo y entretenimiento (cine, televisión, etc.).

Etimológicamente, la palabra *multi – media* significa “múltiples medios”, y utilizada en el contexto de las tecnologías de la información, hace referencia a que existen *“múltiples intermediarios entre la fuente y el destino de la información, es decir, que se utilizan diversos medios para almacenar, transmitir, mostrar o percibir la información”*. Más precisamente, llamamos multimedia a cualquier combinación de texto, sonidos, imágenes o gráficos estáticos o en movimiento.

Según esta definición tan general, una televisión o un periódico serían dispositivos multimedia, pero en este libro se restringe este concepto al de multimedia digital: *“es la integración en un sistema informático de texto, gráficos, imágenes, video, animaciones, sonido y cualquier otro medio que pueda ser tratado digitalmente”*.

Las creaciones multimedia se basan generalmente en presentar los contenidos con gran atención al detalle, enfatizando mediante los recursos expresivos más sofisticados aquellos pormenores susceptibles de una mejor comprensión por esos medios. La motivación y el interés del receptor del documento se fomentan asimismo con elementos de impacto, entre los que se pueden incluir sonidos o efectos de diversa índole en el momento adecuado. También la organización de la información puede mejorarse recurriendo a modelos sofisticados de navegación por el documento.

Si la presentación multimedia permite al usuario actuar sobre la secuencia, velocidad o cualquier otro elemento de su desarrollo, o bien plantea preguntas,

⁹ <http://dis.um.es/~jfernand/0405/tsm/tema1.pdf>. (Modificado)

pruebas o alternativas que modifican su transcurso, entonces la calificamos como de multimedia interactiva.

Si además la presentación está construida en forma de grafo, de modo que es posible navegar de unos puntos a otros siguiendo ciertos elementos de enlace, entonces se trata de una creación hipermedia. Los documentos con características hipermediales permiten canalizar el interés del usuario a través de una ruta que él va escogiendo en cada instante. De esta forma el acceso a la información que se busca es más sencillo.

Aun en el caso de no estar buscando un detalle concreto sino únicamente examinando el contenido del documento, la posibilidad de trazar nuestra propia ruta, dentro de ciertos límites marcados por la propia estructura del grafo de navegación, hace que la asimilación de estos contenidos pueda llegar a ser más fácil y cómoda. Por otro lado, es interesante que la ruta principal que propone el autor quede clara, pues es probablemente la más adecuada en términos generales, ya que introduce los conceptos en un orden prefijado. Un tipo de información relacionado con las creaciones hipermedia es aquél en el que el elemento protagonista es el texto y los enlaces se establecen partiendo de ciertas palabras o frases que conducen a otras secciones o partes del documento, que en este caso se califica como hipertexto. El hipertexto es un caso particular degenerado de hipermedia. Del mismo modo podemos considerar la hipermedia como una combinación del hipertexto y la multimedia.

1.6.1 Características de los sistemas multimedia. En el contexto de las tecnologías de la información, los sistemas multimedia deben cumplir las siguientes características:

1.6.1.1 Controladas por ordenador. La presentación de la información multimedia debe estar controlada por un ordenador, aunque el ordenador también

participa en distintos grados en la producción de medios, almacenamiento, edición, transmisión, etc.

1.6.1.2 Integrados. Los sistemas informáticos soporte de las aplicaciones multimedia deben minimizar la cantidad de dispositivos necesarios para su funcionamiento; tarjetas de sonido, capturadoras/sintonizadoras de vídeo, guantes de realidad virtual, etc.

1.6.1.3 Almacenamiento digital de la información. Los estímulos que percibimos son magnitudes físicas que varían en función del tiempo y/o del espacio. Para almacenar esa información en un ordenador hay que digitalizarla, proceso que compone dos fases:

- **Muestreo.** Se recogen una serie de valores de la señal original a intervalos regulares.
- **Cuantización.** Cada muestra se redondea al valor representable más cercano, y se almacenan como una cadena de bits.

1.6.1.4 Interactividad. Aunque es posible la presentación de información multimedia a un observador pasivo, consideraremos que una aplicación multimedia permite al usuario un cierto grado de interacción. La interacción implica personalización de la presentación de información. Dicha personalización puede ser de distinta naturaleza:

- Selección del momento de comienzo.
- Especificación de la secuencia.
- Control sobre la velocidad.

- Modificación de la forma de presentación (posición, colores, tamaño de letra).
- Entradas del usuario que son procesadas y generan respuestas específicas.

1.7 PEDAGOGÍA¹⁰

La pedagogía se define como la ciencia, arte, saber o disciplina, que se encarga de la educación, es decir, tiene por objeto el planteo, estudio y solución del problema educativo; o también puede decirse que la pedagogía es un conjunto de normas, leyes o principios que se encargan de regular el proceso educativo.

Etimológicamente, la palabra pedagogía deriva del griego “*paidos*” que significa niño y “*agein*” que significa guiar, conducir. Se llama pedagogo a todo aquel que se encarga de instruir a los niños. Inicialmente en Roma y Grecia, se le llamó pedagogo a aquellos que se encargaban de llevar a pacer a los animales, luego se le llamó así al que sacaba a pasear a los niños al campo y por ende se encargaba de educarlos.

Ricardo Nassif habla de dos aspectos en los que la pedagogía busca ocuparse del proceso educativo; el primero es como un cuerpo de doctrinas o de normas capaces de explicar el fenómeno de la educación en tanto realidad y el segundo busca conducir el proceso educativo en tanto actividad.

Otros autores como Ortega y Gasset, ven la pedagogía como una corriente filosófica que llega a ser la aplicación de los problemas referidos a la educación, de una manera de sentir y pensar sobre el mundo. La Pedagogía como ciencia no puede consistir únicamente en un amontonamiento arbitrario de reivindicaciones,

¹⁰ <http://www.monografias.com/trabajos13/eduyped/eduyped.shtml>

convicciones y experiencia relativas a la educación. La pedagogía en su total sentido ha de abarcar la totalidad de los conocimientos educativos y adquirirlos en fuentes examinada con rigor crítico y exponerlos del modo más perfecto posible, fundándolos en bases objetiva e infiriéndolos, siempre que se pueda en un orden lógico.

1.7.1 Clases de pedagogía.

1.7.1.1 Pedagogía normativa. Establece normas, reflexiona, teoriza y orienta el hecho educativo, es eminentemente teórica y se apoya en la filosofía. Dentro de la pedagogía normativa se dan dos grandes ramas:

- La pedagogía filosófica o filosofía de la educación estudia problemas como los siguientes:
 - a. El objeto de la educación.
 - b. Los ideales y valores que constituye la axiología pedagógica.
 - c. Los fines educativos.
- La pedagogía tecnológica estudia aspectos como los siguientes:
 - a. La metodología que da origen a la pedagogía didáctica.
 - b. La estructura que constituye el sistema educativo.
 - c. El control dando origen a la organización escolar.

1.7.1.2 Pedagogía descriptiva. Estudia el hecho educativo tal como ocurre en la

realidad, narración de acontecimientos culturales o la indicación de elementos y factores que pueden intervenir en la realización de la práctica educativa. Es empírica y se apoya en la historia. Estudia factores educativos: históricos, biológicos, psicológicos y sociales.

1.7.1.3 Pedagogía psicológica. Se sitúa en el terreno educativo y se vale de las herramientas psicológicas para la transmisión de los conocimientos.

1.7.1.4 Pedagogía teológica. Es la que se apoya en la verdad inspirándose en la concepción del mundo.

2. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS

2.1 GENERALIDADES¹¹

En la actualidad existen más de 70 países productores de gas natural que utilizan este insumo para su desarrollo industrial logrando una mayor competitividad debido a las muchas ventajas que el gas natural ofrece.

El gas natural es la fuente de energía más ventajosa porque, además de ser un combustible limpio y de bajo costo, compite con todas las otras fuentes de energía.

En la generación eléctrica el gas compite con el petróleo, el carbón y las centrales hidroeléctricas; en el uso industrial compite con el petróleo pesado (fuel oil), el diesel y la electricidad; en el área doméstica compite con el kerosene, la electricidad, el gas licuado y otros combustibles y finalmente en el sector transportes compite con la gasolina y el diesel.

Debido a su bajo costo se puede anticipar que, progresivamente, los generadores eléctricos que usan petróleo o carbón irán reemplazando estos insumos por gas natural. Además en lo relativo a la inversión inicial, la generación eléctrica utilizando gas natural como fuente de energía, compite ventajosamente con una central hidráulica.

En la industria resulta una gran ventaja la posibilidad del “calentamiento directo” con gas natural que, a diferencia de un sistema de vapor, puede utilizarse como fuente de calor directamente sobre la materia prima que está siendo procesada, por ejemplo en la industria del vidrio o cerámica.

¹¹ CÁCERES, Luis. “El gas natural”. 2002.

A esto habría que agregarle una ventaja adicional y es el hecho que cada dispositivo de un sistema alimentado con gas natural, a diferencia de un sistema de vapor, puede ser regulado a temperaturas diferentes por lo cual un sistema a gas natural no solo representa una economía en cuanto a consumo de energía sino que, permite una mejora en el control de la calidad de los productos.

Todas las ventajas que ofrece el gas natural como fuente de energía han hecho que se ponga mayor énfasis en la búsqueda de nuevos yacimientos en el mundo y es así que en la actualidad las reservas de gas natural casi igualan a las reservas de petróleo.

La forma más económica de transportarlo es a través de redes de tuberías como sucede en todos los países que cuentan con este recurso o que lo importan, interconectando redes de tuberías desde países vecinos.

2.1.1 ¿Qué es el Gas Natural? En términos generales se puede señalar que el gas natural es una mezcla de hidrocarburos (principalmente metano) que existe en los yacimientos en fase gaseosa, o en solución con el petróleo, y que a condiciones atmosféricas permanece en fase gaseosa. Puede encontrarse mezclado con algunas impurezas o sustancias que no son hidrocarburos, tales como Ácido Sulhídrico o Sulfuro de Hidrógeno (H_2S), además de Nitrógeno y Dióxido de Carbono. Por su origen, el gas natural se clasifica en *asociado* y *no asociado*. El gas asociado es aquel que se encuentra en contacto y/o disuelto en el petróleo del yacimiento. El gas no asociado, por el contrario, es aquel que se encuentra en yacimientos que no contienen crudo, a las condiciones de presión y temperatura originales. En los yacimientos, generalmente, el gas natural asociado se encuentra como gas húmedo ácido, mientras que el no asociado puede hallarse como húmedo ácido, húmedo dulce o seco, aunque la principal diferencia es que el gas asociado tiene que ser sometido en primer lugar al proceso de

separación gas petróleo, mientras que el no asociado este proceso no es necesario.

2.1.2 Composición básica del Gas Natural¹². La composición básica del gas natural indica que es una mezcla de hidrocarburos constituido principalmente por metano (CH_4), que se encuentra en yacimientos en solución o en fase gaseosa con el petróleo crudo, que en este caso se denomina gas asociado, o bien, en yacimientos que no contienen petróleo, que en este caso es gas no asociado. Se considera que el gas natural es uno de los combustibles más limpios, que produce principalmente CO_2 en forma de gas y vapor de agua y pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno cuando se quema. En la tabla 1 se indica la composición y porcentajes molares que puede tener una muestra de Gas natural:

Tabla 1. Composición y Porcentaje Molar de una mezcla de Gas Natural

Componente	Fórmula Química	Estado Físico	Composición %
Metano (C_1)	CH_4	Gaseoso	55,00-98,00
Etano (C_2)	C_2H_6	Gaseoso	0,10-20,00
Propano (C_3)	C_3H_8	Gaseoso	0,05-12,00
n-Butano (nC_4)	C_4H_{10}	Gaseoso	0,01-0,80
i-Butano (iC_4)	C_4H_{10}	Gaseoso	0,01-0,80
n-Pentano (nC_5)	C_5H_{12}	Líquido	0,01-0,80
i-Pentano (iC_5)	C_5H_{12}	Líquido	0,01-0,80
n-Hexano (nC_6)	C_6H_{14}	Líquido	0,01-0,50
n-Heptano (nC_7)	C_7H_{14}	Líquido	0,01-0,40
Nitrógeno	N_2	Gaseoso	0,10-5,00
Dióxido Carbónico	CO_2	Gaseoso	0,20-30,00
Oxígeno	O_2	Gaseoso	0,09-30,00
Sulfuro de Hidróg	H_2S	Gaseoso	Trazas-28,00
Helio	He	Gaseoso	Trazas-4,00

Fuente: Modificada por los autores. Dr. Pino Morales, Fernando. Escuela de Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente. Monagas, Venezuela. Curso de Gasotécnia.

¹² PINO MORALES, Fernando. "Curso de Gasotécnia" Escuela de Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente.

2.1.3 Tratamiento Del Gas Natural¹³. El propósito del tratamiento de una mezcla de gas de producción es asegurar que cumpla con las especificaciones de calidad requeridas para poder ser comercializado. Cuando se considera el diseño óptimo de una planta de gas, la siguiente información debe ser conocida como mínimo:

- Especificaciones del gas de venta.
- Rata de producción del gas de venta.
- Composición de los fluidos que llegan al separador de entrada, tales como gas y condensado.
- El usuario final del gas de venta, antes de firmar cualquier contrato para uso del gas natural en su casa o industria, desea que se le garantice lo siguiente:
 - Calidad consistente del gas.
 - Suministro confiable de gas a la rata de flujo contratada.

Por lo anterior, las facilidades para tratamiento deben ser diseñadas para convertir el gas de producción, en gas de venta de forma tal que cumpla con las especificaciones de calidad, y que dichas facilidades operen sin interrupción.

2.1.4 Transporte Del Gas Natural¹⁴. El transporte del gas, por lo general se realiza a través de sistemas de gasoductos. En este caso la presión de trabajo

¹³ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Escuela de Ingeniería de petróleo. "Diseño y operación de unidades para procesamiento de gas y aplicaciones de simulación de procesos". Bucaramanga. 2002.

¹⁴ PINO MORALES, Fernando. "Curso de Gasotécnica" Escuela de Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente.

debe de ser elevada en por lo menos un 20%. El transporte puede efectuarse a granel, en caso de gas licuado o comprimido en el caso del gas natural.

En Colombia, mediante la regulación CREG 071 de 1999, se adoptó el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT). En el numeral 6.3 del RUT, modificado mediante la resolución CREG 054 de 2007, se establecen las especificaciones de calidad del gas natural entregado al transportador por parte del remitente en el punto de entrada al Sistema de transporte así:

Tabla 2. Especificaciones de Calidad del Gas Natural.

ESPECIFICACIONES	SISTEMA INTERNACIONAL	SISTEMA INGLÉS
Máximo poder calorífico bruto (GHV) (NOTA 1)	42,8 MJ/m ³	1150 BTU/ft ³
Mínimo poder calorífico bruto (GHV) (Nota 1)	35,4 MJ/m ³	950 BTU/ft ³
Contenido de Líquido (Nota 2)	Libre de Líquidos	Libre de Líquidos
Contenido total de H2S máximo	6 mg/m ³	0,25 grano/100PCS
Contenido total de azufre máximo	23 mg/m ³	1,0 grano/100PCS
Contenido CO2 máximo en % volumen	2%	2%
Contenido de N2 máximo en % volumen	3	3
Contenido de inertes máximo en % volumen (Nota 3)	5%	5%
Contenido de oxígeno máximo en % volumen	0,1%	0,1%
Contenido máximo de vapor de agua	97 mg/m ³	6 Lb/MPCS
Temperatura de entrega máxima	49°C	120°F
Temperatura de entrega mínima	7,2°C	45°F
Contenido máximo de polvos y material en suspensión (Nota 4)	1,6 mg/m ³	0,7 grano/1000pc

Fuente: CREG – Comisión de Regulación de Energía y Gas, (2003), “Estándares de Calidad en Distribución de Gas Natural y GLP por redes”. Documento CREG-023, Bogotá D.C.

NOTA 1. Todos los datos sobre metro cúbico o pie cúbico de gas están referidos a Condiciones Estándar.

NOTA 2. Los líquidos pueden ser: hidrocarburos, agua y otros contaminantes en estado líquido.

NOTA 3. Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO₂, nitrógeno y oxígeno.

NOTA 4. El máximo tamaño de las partículas debe ser 15 micrones.

2.2 CONTENIDO DE AGUA Y FORMACIÓN DE HIDRATOS¹⁵

2.2.1 Hidratos de Gas. Los hidratos son compuestos sólidos cristalinos formados a partir de agua y moléculas más pequeñas (hidrocarburos ligeros).

Semejantes a un hielo sucio, los hidratos constan de una red de agua que atrapa las moléculas de hidrocarburos ligeros. Es un compuesto químico cristalino con uniones débiles de hidrocarburos y agua

En combinación con el agua, muchos de los componentes encontrados en el gas natural a menudo pueden formar hidratos. Lo cual es el principal problema en la producción, tratamiento, procesamiento y transporte de gas natural y los líquidos obtenidos a partir de éste (LGN).

2.2.2 Condiciones de formación de Hidratos de Gas

2.2.2.1 Condiciones principales que promueven la formación de hidratos.

- La combinación adecuada de temperatura y presión. La formación de hidratos se ve favorecida por la baja temperatura y alta presión.

¹⁵ CARROLL, John J. NATURAL GAS HYDRATES. Elsevier Science & Technology Books, Octubre de 2002. Capítulo 1.

La temperatura y presión de formación de hidratos depende de la composición del gas. Para cualquier composición particular de gas a una presión dada hay una temperatura por debajo del cual se formarán hidratos. A medida que aumenta la presión, la temperatura de formación de hidrato también aumenta.

- Presencia de un formador de hidratos.
- Una cantidad suficiente de agua, no demasiada y no muy poca. No necesariamente el agua tiene que estar líquida para que se formen hidratos.

Con el fin de prevenir la formación de hidratos, únicamente tenemos que eliminar una de las tres condiciones mencionadas anteriormente. Por lo general, no podemos eliminar los formadores de hidratos de la mezcla, ya que son el producto deseado. Por lo tanto, para atacar a los hidratos debemos controlar las otras dos consideraciones.

2.2.2.2 Condiciones secundarias.

- **Turbulencia.** Regiones con altas velocidades del gas: esto se ve generalmente en válvulas choke, ya que en ese punto el gas sufre una caída de temperatura y aumento en la velocidad debido al estrechamiento en la válvula.

Agitación de cualquier tipo: la agitación en tuberías, tanques de tratamiento o intercambiadores de calor favorece la formación de hidratos

- Sitio de nucleación: es un punto en el cual se favorece una transición de fase, en este caso la formación de un sólido a partir de una fase líquida. Sitios de nucleación para la formación de hidratos pueden ser:
 - Imperfecciones en la tubería

- Puntos de soldadura
- Accesorios de tubería: codos, válvulas, “T”es, etc
- Acumulación de lodo, escamas, suciedad y arena son también buenos sitios de nucleación
- Agua libre: no es necesaria para la formación de hidratos pero su presencia la mejora. Además la interfase agua-gas es un excelente sitio de nucleación de hidratos
- Contenido de H₂S y CO₂
- La alta salinidad desfavorece la formación de hidratos. Por cada 10000ppm se reduce 5°F la temperatura de formación aproximadamente.

2.2.3 Contenido de agua en el Gas Natural. El contenido de agua en el gas se establece cuando se alcanza la temperatura del punto de rocío del gas a una presión dada.

La saturación de agua contenida en un gas depende de la presión, temperatura y composición. El efecto de la composición incrementa con la presión y es particularmente importante si el gas contiene CO₂ y H₂S.

2.2.4 Predicción de formación de Hidratos¹⁶. Consiste en calcular la presión y temperatura mínima a la cual se pueden formar los hidratos, obteniendo así las condiciones óptimas de operación.

¹⁶ CARROLL, John J. NATURAL GAS HYDRATES. Elsevier Science & Technology Books, Octubre de 2002. Capítulo 3.

Existen varios métodos para predecir estas condiciones de formación:

- Gravedad específica
- Método de Katz o de constantes de equilibrio vapor-sólido
- Predicción de hidratos para gases con alto contenido de CO₂ y H₂S

2.3 INHIBICIÓN DE HIDRATOS

La inhibición es un procedimiento que consiste en inyectar un químico a la corriente de gas con el fin de controlar la formación de los cristales de hidrato; la forma como actúa el químico en la corriente de gas, depende del tipo de químico que se inyecte; para entrar en detalle de la forma como funciona cada inhibidor.

La formación de hidratos puede prevenirse mediante la deshidratación del gas o líquido para eliminar la formación de fase de agua condensada (líquida o sólida).

En algunos casos, sin embargo, la deshidratación puede no ser práctica ni viable económicamente. En esos casos, la inhibición química puede ser un método eficaz para prevenir la formación de hidratos. La inhibición química utiliza la inyección de inhibidores termodinámicos o inhibidores de baja dosis (LDHIs). Los inhibidores termodinámicos son inhibidores tradicionales (es decir, uno de los glicoles o metanol), los cuales disminuyen la temperatura de formación del hidrato.

En los inhibidores de baja dosis (LDHIs), están los inhibidores cinéticos (KHIs) y los inhibidores Antiglomerantes (AAs). Estos no disminuyen la temperatura de formación del hidrato, pero disminuyen el efecto. Los inhibidores cinéticos (KHIs) reducen la tasa de formación de hidratos, que inhibe su formación durante una

determinada duración. Los inhibidores Antiglomerantes (AAs) permiten la formación de los hidratos, pero limitan su tamaño a fracciones de milímetro.

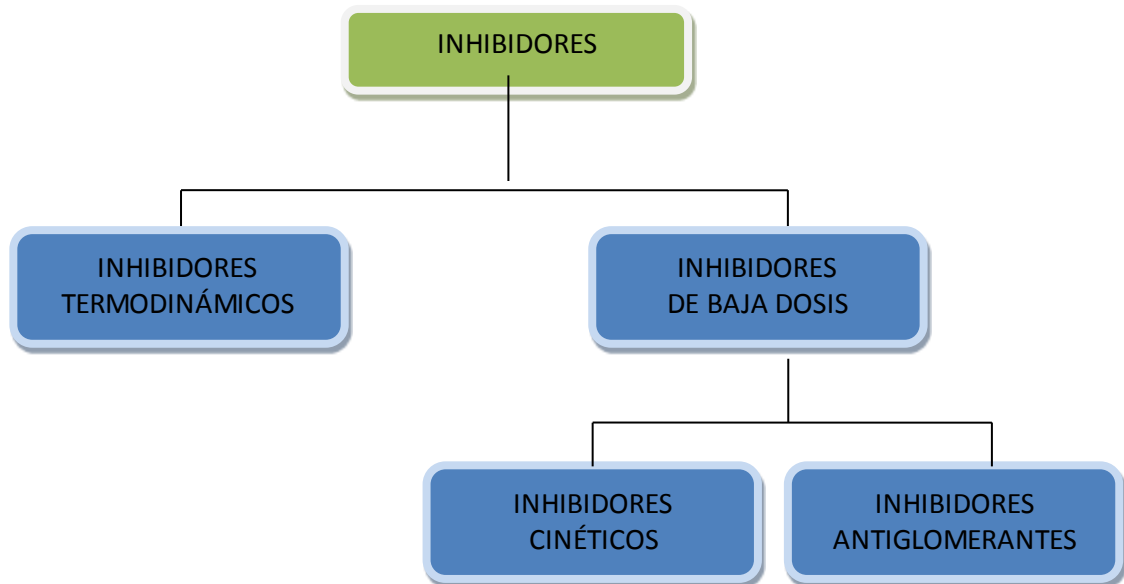
Esta clasificación la podemos ver en la Figura 1.

2.4 DESHIDRATACIÓN DEL GAS NATURAL¹⁷

Las principales razones para retirar el agua del gas natural son los siguientes:

- Prevenir la formación de hidratos y la condensación de agua libre en las instalaciones de procesamiento y el transporte
- Prevenir la erosión y corrosión de la tubería. Gases con alto contenido de CO₂ y H₂S junto con el agua pueden formar mezclas altamente corrosivas

Figura 1. Clasificación de Inhibidores



Fuente: Los autores.

¹⁷ MOKHATAD, Saeid. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Elsevier Science & Technology Books, 2006. Capítulo 9.

- Reducir la cantidad de agua del gas para aumentar el valor del poder calorífico del gas y así cumplir con la especificación de venta. Esto a su vez aumenta la capacidad de la línea de transmisión
- Cumplir con la especificación de contenido de agua máximo para la venta y transporte del gas, dependiendo el país en donde se comercie:
 - 7 [lb/MMpcs] en el sur de los EE.UU., lo cual corresponde a puntos de rocío de aproximadamente 32 °F
 - 4 [lb/MMpcs] en el norte de los EE.UU, que corresponde a puntos de rocío de aproximadamente 20 °F
 - 2 a 4 [lb/MMpcs] en Canadá. Estos valores corresponden a puntos de rocío entre 20 y 0 °F durante
 - En Colombia según el RUT es de 6 [lb/MMpcs]

Los métodos utilizados más comunes usados para deshidratación del gas natural y en los que nos enfocaremos en esta ocasión son:

- Deshidratación por absorción (glicol líquido)
- Deshidratación por adsorción (lecho sólido)

El primer paso para evaluar y/o diseñar un sistema de deshidratación del gas natural es determinar el contenido de agua del gas, el cual depende su composición, temperatura y presión. Esto para determinar cuánta agua debo retirar para cumplir la especificación y así escoger el proceso de deshidratación adecuado

2.4.1 Deshidratación por Absorción (glicol líquido). Es el método de deshidratación más usado en operaciones de producción de gas. Consiste en poner en contacto al gas con un líquido higroscópico (glicol), el cual disuelve el vapor de agua y lo retira de la corriente de gas.

Este proceso es relativamente barato, ya que el agua puede ser fácilmente separada del glicol mediante la adición de calor lo cual permite que el glicol pueda ser reutilizado para la absorción de agua adicional con pérdidas mínimas en un proceso llamado regeneración.

Los equipos de deshidratación por absorción son de simple operación y mantenimiento. Pueden ser fácilmente automatizados para su funcionamiento autónomo. Para un gas ácido, con alto contenido de CO₂ y H₂S, y presiones relativamente altas los glicoles pueden ser "solubles" también en el gas, por lo que se deben tener precauciones adicionales en el diseño del proceso debido a la solubilidad de los gases ácidos en la solución desecante.

La mayoría de los procesos de deshidratación de glicol son continuos. Es decir, el gas y el glicol fluyen continuamente en contra corriente (el glicol desciende y el gas asciende) a través de un recipiente llamado "contactora" o "absorbedora" donde se ponen en contacto y el glicol absorbe el agua contenida en el gas. El glicol fluye desde la contactora a una caldera ("reconcentrador" o "regeneradora") donde el agua se elimina del glicol y este se bombea de nuevo a la contactora para continuar el ciclo.

2.4.2 Deshidratación por Adsorción (lecho sólido). Es más efectiva que la deshidratación con glicol, ya que puede secar un gas a menos de 0.1 ppm (0.05 lb/MMpcs).

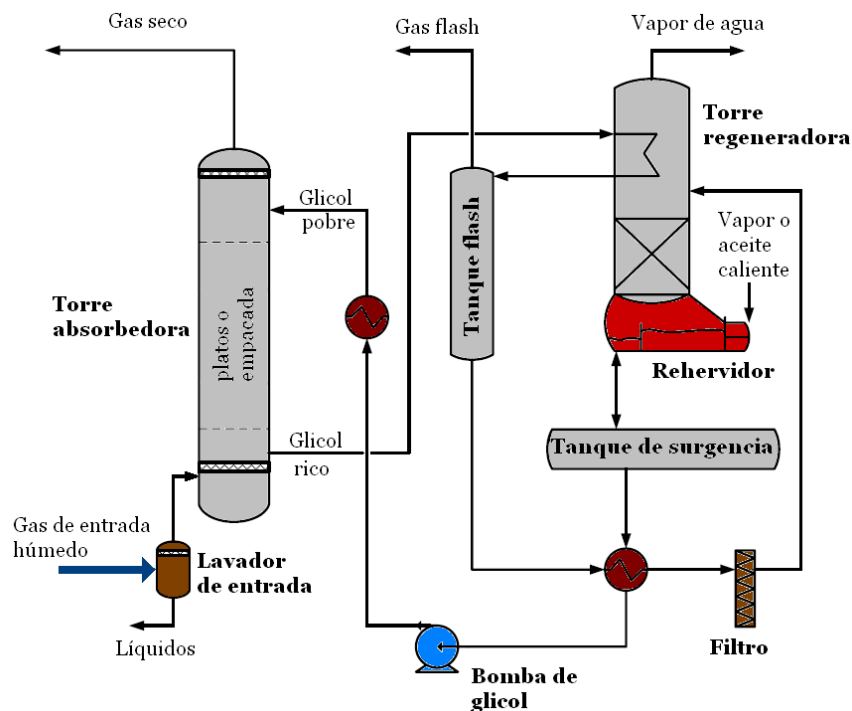
El costo inicial y de operación es mayor que el de absorción con glicol pero es aceptable en procesos que necesiten tal grado de deshidratación.

2.4.2.1 Aplicaciones. Generalmente el costo de las unidades y operación es más alto que el de las unidades de glicol, pero los beneficios obtenidos son mayores.

Por lo tanto, su uso está normalmente limitado a aplicaciones tales como:

- Gases con alto contenido de H_2S , este proceso deshidrata y endulza simultáneamente el gas natural
- Requerimientos de puntos de rocío de agua muy bajos. Para cumplir con los requerimientos en corrientes de entrada a plantas de extracción de líquidos del gas natural (LGN).

Figura 2. Esquema típico de una unidad de deshidratación con glicol.



Fuente: Modificado de GPSA 2004. Sección 19, página 34.

- Cambios muy grandes en las tasas de flujo
- Altas temperaturas de contacto.
- Control simultáneo de puntos de rocío de agua e hidrocarburos
- Casos especiales como gases con contenido oxígeno, etc.
- Son también usados frecuentemente para el secado y endulzamiento de los líquidos del gas natural (LGN).

2.4.2.2 Descripción del proceso. Las plantas deshidratadoras de lecho sólido utilizan un desecante sólido, el cual está contenido en dos o más torres.

Tres funciones distintas o ciclos debe ser realizadas alternadamente en cada deshidratador, un ciclo de adsorción o de secado de gas, un ciclo de calentamiento y un ciclo de enfriamiento.

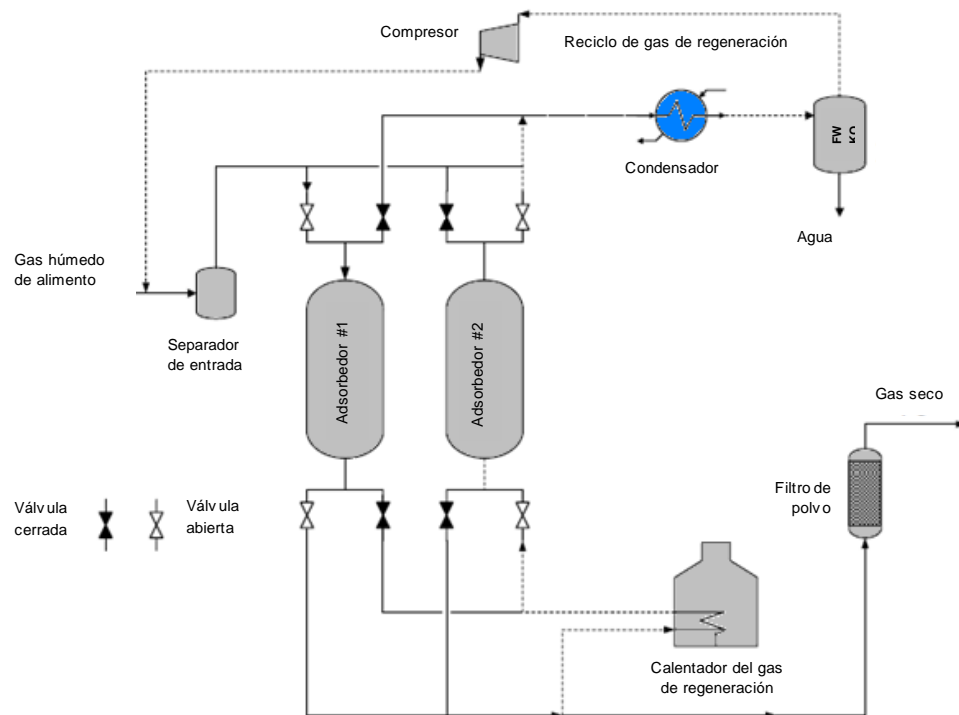
Generalmente un lecho se diseña para estar en adsorción de 8 a 24 horas, seguidamente se desconecta del suministro de gas y el agua se elimina por calentamiento a 375-600 °F, dependiendo del desecante utilizado y la especificación de rendimiento (es decir, 375 °F para gel de sílice y hasta 600 °F para molecular tamiz, alúmina activada en un valor intermedio). El gas de regeneración utilizado para calentar el lecho es generalmente una estela del gas del proceso de secado, este se devuelve al proceso después de que ha sido enfriado y removido su agua libre.

Como se señaló anteriormente el proceso de adsorción no es instantáneo lo que conduce a la formación de una zona de transferencia de masa (MTZ) en el lecho.

2.5 ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL.

El proceso endulzamiento del gas natural, es el proceso mediante el cual se elimina de la corriente de gas natural a los elementos ácidos, con el objetivo de dejar el gas dentro de la norma, sea para el transporte o para la comercialización y distribución, de tal forma que el gas cumpla con los requerimientos establecidos, tanto nacional como internacional, que representan la posibilidad de comercialización del gas natural.

Figura 3. Diagrama de flujo típico de una planta de deshidratación con desecante sólido de dos torres.



Fuente: Modificado de GPSA, 2004. Sección 20 página 40.

El término endulzamiento es una traducción directa del inglés, en español el término correcto debería de ser "desacidificación". El términos generales, se

puede decir que la eliminación de compuestos ácidos (H_2S y CO_2) mediante el uso de tecnologías que se basan en sistemas de absorción-agotamiento utilizando un solvente selectivo. El gas alimentado se denomina “ácido”, el producto “gas dulce” Para que el proceso de endulzamiento del gas natural, tenga un alto grado de eficiencia, se debe comenzar por analizar la materia prima que se va a tratar. De hecho el contenido de las impurezas forma parte de los conocimientos que se deben dominar a la perfección para entender y hacerle seguimiento a los diseños.

La selección de las tecnologías para el endulzamiento del gas dependen de la presión del CO_2 y H_2S en la corriente de gas de entrada, porcentaje de eliminación necesaria de gases ácidos, sensibilidad del proceso a las impurezas, pureza deseada del gas, de los costos operacionales y costos de los aditivos.

2.5.1 Endulzamiento con Aminas. En este proceso los componentes ácidos del gas natural reaccionan químicamente con un componente activo en solución, que circula dentro del sistema. El producto de la reacción química produce compuestos inestables, los cuales se pueden descomponer en sus integrantes originales mediante la aplicación de calor y/o disminución de la presión de operación del sistema, con lo cual se liberan los gases ácidos y se regenera el solvente, el cual se hace recircular a la unidad de absorción, donde se puede recuperar la amina, para ser nuevamente utilizada. La mayoría de los solventes químicos regenerativos para endulzamiento son alcanolaminas que corresponden a bases orgánicas débiles. Las alcanolaminas se forman por el remplazo de uno, dos o tres átomos de hidrógeno de la molécula de amoníaco con radicales de otros compuestos generalmente alcoholes y glicol, para formar aminas primarias, secundarias y terciarias respectivamente¹⁸.

¹⁸ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Escuela de Ingeniería de petróleos. “Diseño y operación de unidades para procesamiento de gas y aplicaciones de simulación de procesos”. Bucaramanga. 2002.

2.5.1.1 Aminas Primarias.

MEA = Monoetanolamina

DGA = Diglicolamina

2.5.1.2 Aminas Secundarias.

DEA = Dietanolamina

DIPA = Diisopropanolamina

2.5.1.3 Aminas Terciarias.

TEA = Trietanolamina

MDEA = Metildietilamina

Tabla 3. Principales propiedades de las Aminas

Amina	MEA	DEA	DGA	DIPA	MDEA
PM(lb/mol)	61,08	105,14	105,14	133,19	119,17
PE(F)	338,9	516,0	430,0	480,0	477,0
ΔH_{ev} (BTU / lb)	355	288	220	325	412
Viscosidad(CP)	24,1	350	4	870	401
Cp. (BTU/lbf)	0,608	0,600	0,571	0,690	0,712
P Rocío (F)	50,9	82,4	9,5	107	-5,8

Fuente: Modificada por los autores. Dr. Pino Morales, Fernando. ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL.

Tabla 4. Características y Propiedades de las Alcalonaminas.

Amina	%P/P	%Molar Amina	Kg Amina/ m^3 solución	Lb Amina/galón de solución	Lb mol amina/100gal de solución
MEA	15	0,049	151,2	1,26	2,06
DEA	35	0,084	366	3,05	2,90
DGA	60	0,204	652	5,43	5,16
MDEA	50	0,131	524	4,37	3,67

Fuente: Modificada por los autores. Dr. Pino Morales, Fernando. ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL.

Tabla 5. Capacidad de los procesos para tratamiento de gas.

	Capacidad de llegar a 4PPM V H_2S	Remover Mercaptanos y COS	Remoción Selectiva de H_2S
Amina Primaria	SI	PARCIAL	NO
Amina Secundaria	SI	PARCIAL	NO
Amina Terciaria	SI	PARCIAL	SI

Fuente: Modificada por los autores. Dr. Pino Morales. ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL.

Tabla 6. Concentración de la Solución y Cantidad de gas ácido removido.

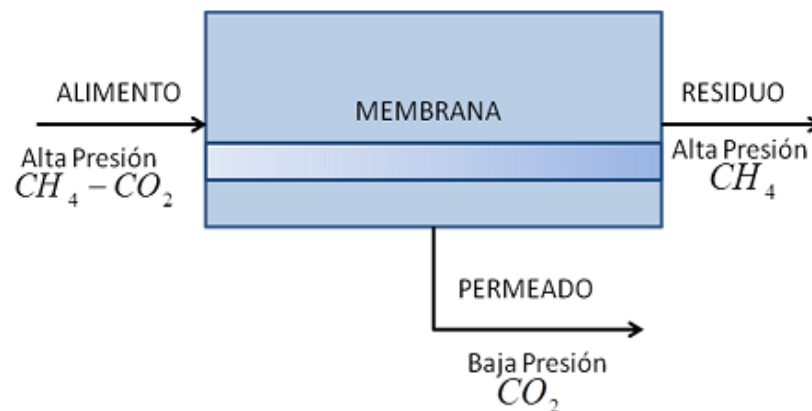
Solución de Amina	Concentración (% P/P)	Gas Ácido Removido (pie^3 /gal)
MEA	2,5 N 15-20%	3-4
DEA	2,5 N 20-30%	3-4
DGA	6,0 N 50-70%	5-6
MDEA	3,4 N 45-55%	3,850

Fuente: Modificada por los autores. Dr. Pino Morales, Fernando. ENDULZAMIENTO DEL GAS NATURAL.

2.5.2 Endulzamiento con Membranas Permeables. Una membrana es una lámina porosa extremadamente delgada montada sobre una capa mucho más gruesa y altamente porosa que actúan como una barrera, permitiendo el paso selectivo y específico de los componentes bajo condiciones apropiadas para dicha función.

La separación de los componentes en una membrana se logra aprovechando las diferencias de solubilidad/difusividad de los componentes del gas, es decir, la membrana tiene alta afinidad para los componentes ácidos del gas permitiendo que estos se impregnen en la superficie de la membrana, este proceso es conocido como solubilidad y el efecto de la difusividad es la velocidad con la que pasan estos componentes a través de esta. El agua (H_2O), el ácido sulfhídrico (H_2S) y el dióxido de carbono (CO_2) son altos difusores, por lo tanto pasan a través de una membrana con mayor facilidad que los hidrocarburos, con la misma fuerza motriz. La fuerza impulsora para la separación de un componente de gas en una mezcla es la diferencia entre su presión parcial a través de la membrana.

Figura 4. Separación del Gas con Membranas.



Fuente: Modificada CAMPBELL, J., M., Gas Processing and Conditioning, Cap. 7, Campbell Petroleum Series, Norman, Oklahoma, 1981.

En la Figura 4 se tiene una corriente de alimento de CO_2 y Metano a una presión dada, el componente más permeable (CO_2) atravesará la membrana a la selección de baja presión, y sale como el permeado. El metano se mantiene en la zona de alta presión y sale como residuo con ninguna pérdida de presión importante. El grado de separación es definido por la selectividad de la membrana y por las condiciones de separación (presión, temperatura, flujo, proporción. Etc.)

Las membranas usadas para separar gases comparadas con las membranas para separar líquidos, tienen poros demasiado pequeños que se encuentran en el rango de movimiento térmico de las cadenas del polímero que conforman la capa del polímero selectivo. La penetración a través de las membranas de separación del gas tiene una mejor descripción a través de un proceso llamado solución-difusión. Este proceso consiste en que las moléculas de gas se disuelven en la membrana polimérica en forma líquida y luego se difunden a través de la membrana.

Las membranas de gas tienden a ser penetradas preferentemente por componentes como el agua, gases ácidos (dióxido de carbono, sulfuro de hidrogeno), hidrocarburos pesados y aromáticos, mientras que retiene el metano y el etano. Diferencias de afinidad / difusividad, ya que el H_2O ; H_2S y CO_2 son altos difusores, esto indica que pueden pasar a través de una membrana con mayor facilidad que los hidrocarburos, con la misma fuerza motriz.

2.6 RECOBRO DE LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL (LGN)¹⁹

El gas de venta debe cumplir especificaciones no solamente por contenido de agua sino cumplir ciertos requerimientos con respecto al punto de rocío por hidrocarburo. Dado que el punto de rocío por hidrocarburo varía con la composición, la presión y la temperatura, la definición de punto de rocío por hidrocarburo incluye los parámetros presión y temperatura.

Normalmente el punto de rocío se especifica como una temperatura máxima a una presión seleccionada. En Estados Unidos estas especificaciones son 15°F máximo a 800 psia. Este valor de presión se selecciona porque generalmente está cerca a la temperatura crítica para el gas de venta.

¹⁹ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Escuela de Ingeniería de petróleos. "Diseño y operación de unidades para procesamiento de gas y aplicaciones de simulación de procesos". Bucaramanga. 2002. (Modificado).

La razón para el valor de temperatura de 15°F es para asegurar que no se forman hidrocarburos líquidos en la tubería, cuando la línea se enfría a la temperatura de la tierra, o cuando hay enfriamiento debido a expansión. Se ha encontrado que dicha especificación de punto de rocío es adecuada, a fin de evitar hidrocarburo líquido en los sistemas de distribución de gas natural.

Para alcanzar la especificación de punto de rocío por hidrocarburo, es necesario tratar el gas para remover prácticamente todos los hidrocarburos pesados de la mezcla. Entre los procesos disponibles para realizar dicho tratamiento se encuentran:

- Refrigeración Mecánica.
- Absorción con aceite pobre.
- Turboexpansión.
- Tecnología Twister.
- Expansión Joule – Thomson.

2.6.1 Refrigeración mecánica. La refrigeración mecánica juega un papel muy importante en muchos procesos de recuperación de hidrocarburos, y es utilizada para enfriar la corriente de gas para recuperar una cantidad significativa de C_{3+} y para disminuir la temperatura del gas a medida que éste va hacia otras etapas de recuperación de hidrocarburos. Puede ser la única fuente de refrigeración cuando la presión de entrada es baja. Los procesos de adsorción y refrigeración por compresión de vapor se utilizan en situaciones especiales. Sin embargo, el proceso de compresión de vapor con propano como fluido de trabajo es muy comúnmente utilizado en las plantas de recuperación de hidrocarburos.

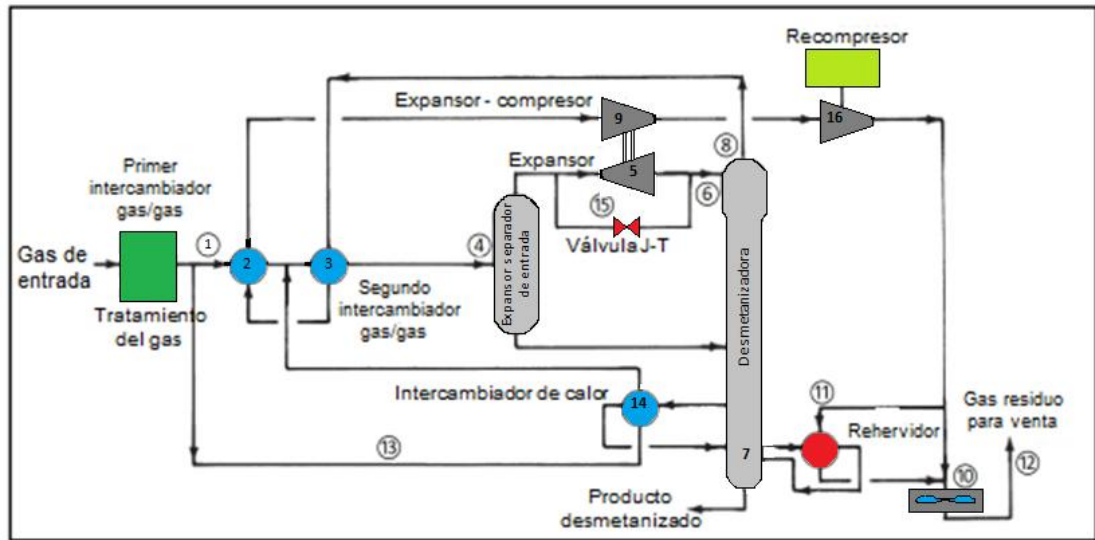
Puesto que el gas que entra a la unidad de refrigeración está saturado con vapor de agua, y la temperatura a la cual se enfría está sustancialmente por debajo del punto de congelación del agua, se requiere prevenir la formación de hielo o de hidratos. La temperatura de formación de hidratos a una presión dada puede ser deprimida por la adición de químicos tales como metanol o glicoles.

2.6.2 Absorción con aceite pobre. El proceso de absorción con aceite pobre es aquel método de recobro de moléculas hidrocarburos livianos en fase de vapor ($C_3=80\%$, $C_4=90\%$, $C_{5+}=98\%$) que usando un hidrocarburo líquido más pesado (C_9 , C_{10} , C_{10+}) separa estos componentes livianos de una corriente de Gas. Este proceso se puede llevar a cabo a temperatura ambiente si solo se desea obtener productos más pesados GLN. El fluido de absorción suele ser una mezcla de compuestos parafínicos pesados con peso molecular entre 100 y 200 lb/lb-mol. En la figura 5, se puede observar un esquema del proceso de absorción con aceite pobre.

2.6.3 Turboexpander²⁰. El proceso turboexpander fue desarrollado en los años 60's. Su aplicación principal es recuperar etano del gas natural, puesto que el etano es una materia prima muy importante para la industria petroquímica. Con el proceso se alcanzan temperaturas bastante bajas y por tanto se licúa una parte sustancial de etano y componentes más pesados del gas natural. Estos productos son posteriormente recuperados por fraccionamiento.

²⁰ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Escuela de Ingeniería de petróleos. "Diseño y operación de unidades para procesamiento de gas y aplicaciones de simulación de procesos". Bucaramanga. 2002. (Modificado).

Figura 6. Proceso Criogénico Turboexpander.



Fuente: GPSA 2004. Sección 13, página 45.

2.6.4 Tecnología TWISTER. La tecnología TWISTER es un dispositivo que consta esencialmente de 3 secciones: sección de expansión, ciclón, sección de compresión.

En la sección de expansión se encuentra una reducción de área transversal al flujo de gas lo cual lo convierte en una tobera de Laval. Una tobera de Laval es un dispositivo que convierte la energía potencial de un fluido (térmica y de presión) en energía cinética. En otras palabras al disminuir el área transversal y por el principio de continuidad de masa, el fluido se ve forzado a disminuir su presión "efecto Venturi" y aumentar su velocidad. Esta velocidad llega a alcanzar velocidades supersónicas hasta Mach 1-3. Esta caída de presión también genera una caída de temperatura, lo cual resulta en la condensación de hidrocarburos pesados y generando un flujo de 2 fases. Posteriormente al entrar en la sección de ciclón mediante una aleta el fluido es direccionado a dar giros dentro de la sección de ciclón haciendo que por fuerza centrífuga los líquidos se vayan hacia la pared de la tubería y el gas continúe en el centro del flujo. Al final del dispositivo se encuentra la sección de compresión. Esta sección de compresión tiene una salida

tangencial a la tubería por la cual los líquidos serán extraídos mientras el gas pasa por otra tobera que aumentara su área transversal la cual hará que una vez el gas pase por este punto aumentara su presión debido a la disminución de su velocidad y nuevamente aplicando el efecto de Laval y Venturi.

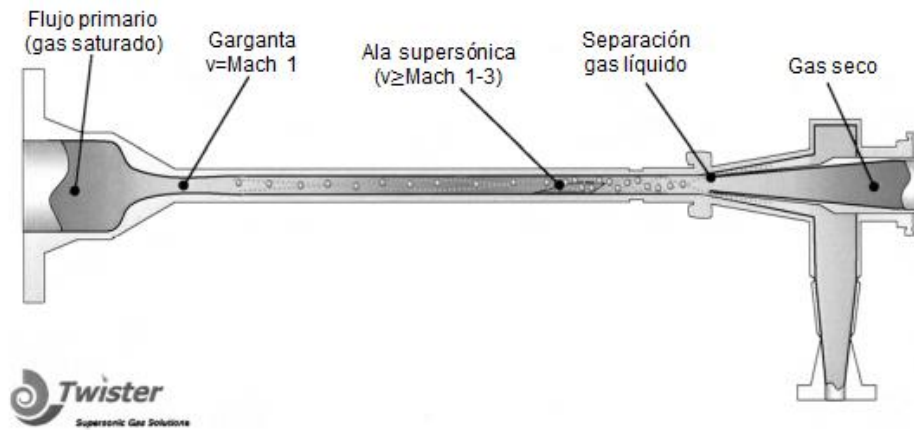
2.6.5 Expansión Joule – Thomson²¹. El uso del efecto Joule-Thomson para la recuperación de líquidos es una alternativa atractiva en muchas aplicaciones, el concepto general es enfriar un gas expandiéndolo a través de una válvula J-T. Con un intercambio de calor adecuado y un gran diferencial de presión a lo largo de la válvula J-T, se pueden alcanzar temperaturas criogénicas resultando en altas eficiencias de extracción. La diferencia principal entre el diseño J-T y el Turboexpander es que la expansión del gas es adiabática a través de la válvula. En un Turboexpander la expansión sigue más un camino isentrópico. Por ello, el diseño J-T tiende a ser menos eficiente por unidad de energía gastada que el Turboexpander.

El proceso J-T ofrece algunas ventajas sobre el Turboexpander y los procesos de refrigeración bajo las siguientes situaciones:

1. Bajas tasas de flujo de gas y recobro moderado de etano.
2. El proceso puede ser diseñado sin equipo de rotación.
3. Amplia gama de flujos.
4. Simplicidad de diseño y operación.

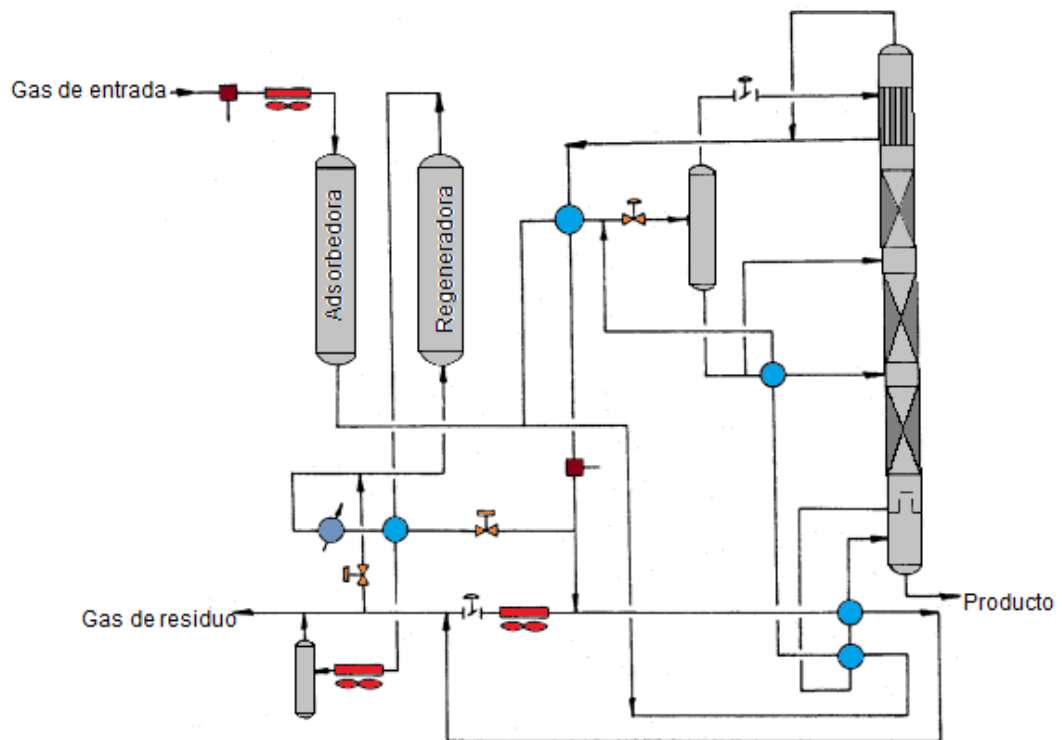
²¹ GPSA 2004. Sección 16, página 12.

Figura 7. Dispositivo Tecnología Twister.



Fuente: GPSA 2004. Sección 16, página 6.

Figura 8. Proceso de Expansión J-T.



Fuente: GPSA 2004. Sección 16, página 12.

2.7 FRACCIONAMIENTO DE LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL²²

El proceso de separación de líquidos de gas natural en sus componentes (fracciones) se denomina fraccionamiento.

Esto se realiza a través de una serie de torres de destilación que aprovechan los diferentes puntos de ebullición de cada componente para separarlos en corrientes individuales.

Los productos obtenidos de este proceso son de mayor calidad y pureza que el gas natural, por lo tanto tendrán un mayor valor comercial.

2.7.1 Proceso. Este proceso se realiza calentando la corriente de LGN y haciéndola pasar a través de una serie de torres de destilación:

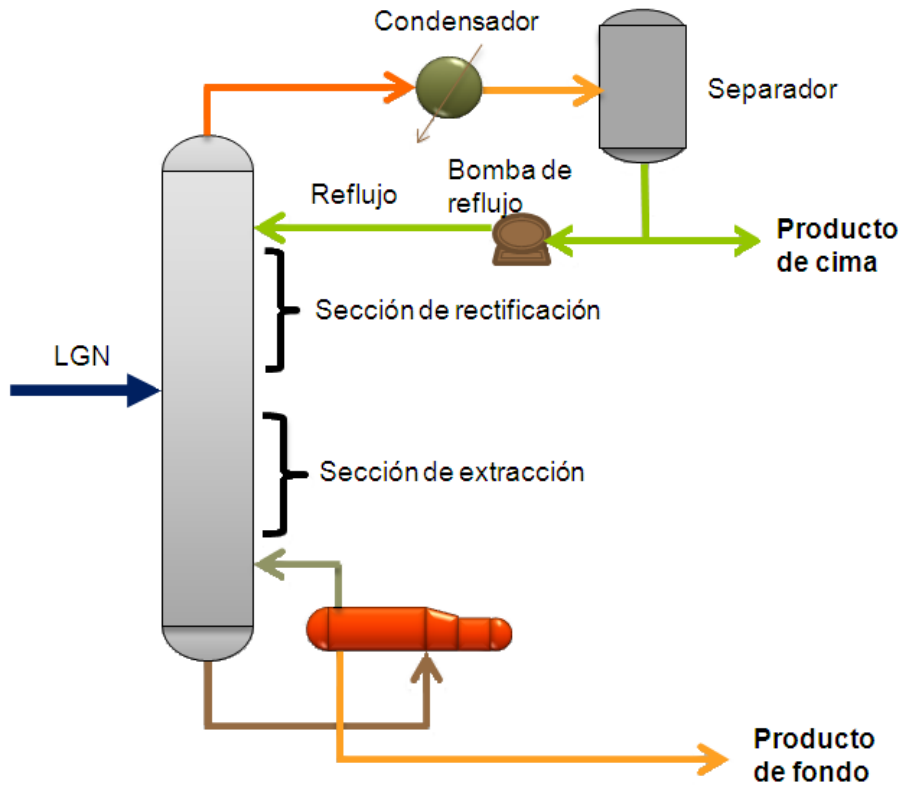
- La corriente de LGN entra a la torre por un punto intermedio y se dirige hacia el rehervidor, el cual aplica calor a la corriente para producir los vapores de extracción.
- A medida que la temperatura de la corriente de LGN se incrementa, el componente más ligero (menor punto de ebullición) de la mezcla se evapora y asciende hasta la cima de la torre, en contacto con el líquido descendente.
- Las partes internas de la torre (ya sean platos o empaques) crean superficies de contacto (etapas de equilibrio), donde se llevan a cabo la transferencia de calor y de masa entre el vapor ascendente y el líquido descendente de tal manera que las corrientes que salen son líquido en el punto de burbuja y vapor en el punto de rocío a la misma temperatura y presión.

²² GAS PROCESSORS SUPPLIERS ASSOCIATION. 12ª Edición. Tulsa, Oklahoma. 2004. Sección 19

- En la cima de la torre la fracción ligera recuperada se condensa (total o parcialmente). Una parte del condensado retorna a la columna como reflujo para limitar la pérdida de componentes pesados por la cima y la otra se almacena como líquido puro.
- Los LGN más pesados salen por el fondo de la primera torre (producto de fondo) y son dirigidos hacia una segunda torre donde se repite el proceso anterior cambiando condiciones operativas ($\downarrow P$ y $\uparrow T$). Allí otro componente de la corriente de LGN es separado y almacenado.

Este proceso se repite hasta que todos los componentes de la mezcla de LGN son separados en componentes puros.

Figura 9. Diagrama esquemático del proceso de fraccionamiento.



Fuente: Modificado de GPSA 2004. Sección 19, página 2.

2.8 EQUIPOS

2.8.1 Mecanismos de transferencia de calor. La transferencia de calor, es una interacción entre fluidos o materiales a consecuencia de un gradiente de temperaturas entre ellos.

Esta interacción ocurre mediante tres mecanismos diferentes; conducción, radiación y convección. Estrictamente hablando, solamente los primeros mecanismos pueden clasificarse como operaciones de transferencia de calor, porque dependen solamente de la existencia de un gradiente de temperatura. A diferencia de ellos, el mecanismo de convección está fuertemente influenciado por el patrón de flujo (dinámica de fluido); pero tiene asociado un intercambio de energía desde las zonas de alta hacia baja temperatura.

2.8.2 Intercambiadores de calor. Es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

Entre las principales razones por las que se utilizan los intercambiadores de calor se encuentran las siguientes:

- Calentar un fluido frío mediante un fluido con mayor temperatura.
- Reducir la temperatura de un fluido mediante un fluido con menor temperatura.
- Llevar al punto de ebullición a un fluido mediante un fluido con mayor temperatura.

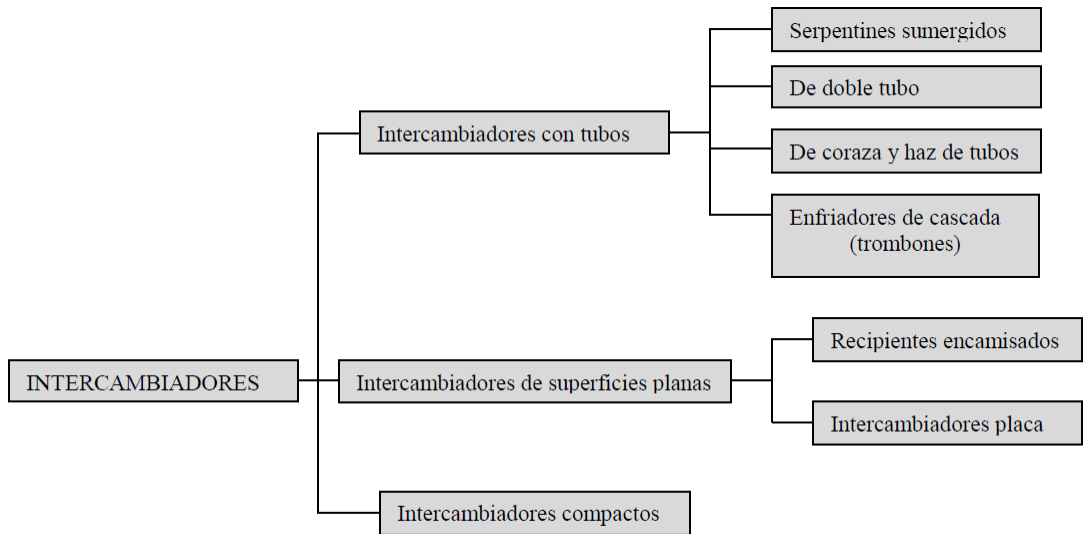
- Condensar un fluido en estado gaseoso por medio de un fluido frío.
- Llevar al punto de ebullición a un fluido mientras se condensa un fluido gaseoso con mayor temperatura.

Existen básicamente tres mecanismos de intercambio de calor:

- Transferencia de calor convectivo del fluido hacia la pared interna del tubo
- Conducción a través de la pared del tubo
- Convección desde la pared externa del tubo hacia el fluido exterior

En forma muy general, podemos clasificarlos según el tipo de superficie en²³:

Figura 10. Clasificación de los intercambiadores de calor según tipo de superficie.



Fuente: <http://www.radiadoresgallardo.cl/topintercambiadres.pdf>

²³ <http://www.radiadoresgallardo.cl/topintercambiadres.pdf>

2.8.3 Condensadores. Un condensador es una unidad en la cual los vapores de proceso se convierten total o parcialmente en líquidos. Generalmente, se utiliza agua o aire como medio de enfriamiento.

El término “condensador de superficie” se refiere específicamente a aquellas unidades de carcasa y tubos que se utilizan para la condensación del vapor de desecho, proveniente de las máquinas y de las turbinas a vapor.

Un “condensador de contacto directo” es una unidad en la cual el vapor es condensado mediante contacto directo con el medio enfriante, eliminando la superficie de transferencia de calor que separa el medio enfriante y el vapor.

La condensación es una de las operaciones de transferencia de calor más importantes, es un proceso convectivo, mediante el cual el vapor es convertido en líquido cuando el vapor saturado entra en contacto con una superficie a temperatura más baja.

Este proceso ocurre en una gran variedad de aplicaciones y equipos (por ejemplo: sobre/dentro de tubos verticales/horizontales). El condensado se forma sobre la superficie fría y, bajo el efecto de la fuerza de gravedad fluye hacia abajo, sobre dicha superficie, en diferentes maneras.

2.8.4 Rehervidores. Los rehervidores son intercambiadores de calor que conectados a la base de una columna de destilación proporcionan el calor necesario para devolver el vapor al fondo de la columna y permitir así que se lleve a cabo la destilación.

Es un vaporizador que se usa para generar un flujo de vapor que suministra el calor latente de vaporización al fondo de una columna o torre fraccionadora.

Los termosifones son los más comunes y los hay tanto horizontales (industria petrolera) como verticales (industria química). Su función es la vaporización en un 30% a un 80% del líquido alimentado, proveniente de una torre de fraccionamiento.

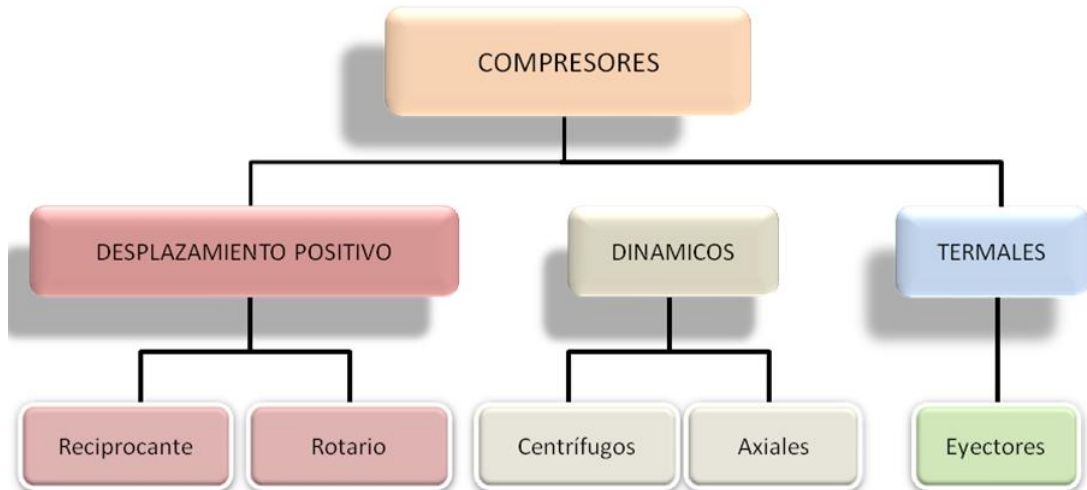
2.8.5 Compresores. Son dispositivos que se utilizan para incrementar la presión de un fluido, comprimiendo a presiones muy altas. A estos dispositivos el trabajo se suministra desde una fuente externa a través de un eje giratorio.

Entre algunos términos usados en compresión encontramos:

- a. **Capacidad de un Compresor:** es la cantidad de gas liberado cuando opera a presiones de entrada y salida especificadas. La capacidad es medida en volumen a las condiciones de presión, temperatura, composición del gas y contenido de humedad a la entrada del compresor.
- b. **Temperatura Crítica:** Es la mayor temperatura a la cual un gas puede ser licuado.
- c. **Presión Crítica:** Es la presión de saturación a la temperatura crítica.
- d. **Proceso Adiabático:** Proceso durante el cual no hay calor adicionado o removido del sistema.
- e. **Proceso Isentrópico:** Proceso donde la entropía se mantiene constante.
- f. **Proceso Isotérmico:** Proceso en el cual no hay cambio en la temperatura.
- g. **Proceso Politrópico:** Proceso en el cual hay cambios en las características del gas durante la compresión.

Los compresores se clasifican conforme a la figura 11:

Figura 11. Clasificación de los compresores.



Fuente: Los autores.

2.9 TRANSPORTE DE GAS NATURAL

Como generalmente los yacimientos y plantas de tratamiento y procesamiento de gas natural están alejados de las zonas urbanas, el gas natural debe ser transportado hasta los centros de consumo y exportación, esto se realiza mediante tubos, en su mayoría subterráneos, denominados gasoductos²⁴.

Estos gasoductos son grandes conducciones construidas de acero de alto calibre con gran capacidad (manejo de altos caudales) y resistencia a altas presiones, enterradas en zanjas a una profundidad habitual de 1 metro, empleados para transportar el gas natural a gran escala y a altas presiones desde las plantas de procesamiento a los sistemas de distribución y grandes usuarios industriales.

²⁴ <http://es.scribd.com/doc/55409202/GASODUCTOS>

Este sistema de transporte de gas requiere ciertas características, manejo y equipos complementarios para su correcto funcionamiento.

2.9.1 Sistemas de transporte de gas natural en Colombia²⁵. En Colombia hay varios campos de producción de gas natural, las cuencas de la Guajira y de los Llanos Orientales son las de mayor producción. El gas natural se transporta desde las zonas de producción hasta las zonas de consumo por medio del Sistema Nacional de Transporte (SNT). Según el decreto 1493 de 2003 del Ministerio de Minas y Energía, el SNT "es el conjunto de gasoductos localizados en el territorio nacional, excluyendo conexiones y gasoductos dedicados, que vinculan los centros de producción de gas del país con las Puertas de Ciudad, Sistemas de Distribución, Usuarios No Regulados, Interconexiones Internacionales o Sistemas de Almacenamiento". Las empresas transportadoras de gas natural en Colombia son:

- TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL S.A. E.S.P.–TGI
- PROMIGAS S.A. E.S.P.
- TRANSPORTADORA DE METANO E.S.P. S.A.–TRANSMETANO
- TRANSOCCIDENTE S.A. E.S.P.
- SOCIEDAD TRANSPORTADORA DE GAS DEL ORIENTE S.A. E.S.P.–TRANSORIENTE
- TRANSPORTADORA GASODUCTO DEL TOLIMA S.A. E.S.P.–TRANSGASTOL

²⁵ <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=42585&catID=358>

- PROMOTORA DE GASES DEL SUR S.A. E.S.P.–PROGASUR

2.9.2 Diseño y dimensionamiento²⁶. La capacidad de gas en una línea es controlada principalmente por su tamaño. Varias ecuaciones complejas han sido desarrolladas para determinar el tamaño de la tubería en diferentes condiciones de flujo del gas natural.

Los regímenes de flujo y las caídas de presión asociados son fenómenos complejos y requieren de ecuaciones complejas para predecir sus relaciones. Para propósitos de diseño de ingeniería, varias fórmulas empíricas se han desarrollado para adaptarse a las circunstancias particulares en la predicción de la capacidad de flujo y caída de presión.

2.9.2.1 Ecuaciones De Flujo De Gas En Tuberías.

a. Ecuación General.

$$Q = 38.77 \left(\frac{T_b}{P_b} \right) E \left(\sqrt{\frac{1}{f}} \right) \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{S * L_m * T_{avg} * Z_{avg}} \right]^{0.5} * d^{2.5}$$

Q: tasa de flujo de gas, [pies cúbicos por día]

P_b: Presión a condiciones base, [psi]

T_B: Temperatura a condiciones base, [°R]

E: Factor de eficiencia de tubería

²⁶ GAS PROCESSORS SUPPLIERS ASSOCIATION. 12ª Edición. Tulsa, Oklahoma. 2004. Sección 17

f : Factor de fricción

P_1 : Presión de entrada, [psi]

P_2 : Presión de salida, [psi]

S : Gravedad específica

L_m : Longitud de la línea, [millas]

T_{avg} : $\frac{1}{2} * (T_{entrada} + T_{salida})$

Z_{avg} : F. compresibilidad promedio

d : Diámetro interno, [pulgadas]

b. Ecuación De Weymouth. Fue el primero en desarrollar una ecuación para el flujo de gas. En esta ecuación el factor de transmisión es función del diámetro:

$$Q = 433.5 \left(\frac{T_b}{P_b} \right) E \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{S * L_m * T_{avg} * Z_{avg}} \right]^{0.5} * d^{2.667}$$

c. Ecuación Panhandle A. Esta ecuación pretende reflejar el flujo de gas a través de tuberías lisas. Sustituyendo su factor de transmisión en la ecuación general obtenemos:

$$Q = 433.87 \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1.0788} E \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{S^{0.853} * L_m * T_{avg} * Z_{avg}} \right]^{0.5392} * d^{2.6182}$$

Es una aproximación razonable de la ecuación para flujo parcialmente turbulento. Usa factores de eficiencia E entre 0.90 y 0.92. Cuanto mayor sea la tasa de flujo Q menor será su precisión.

d. Ecuación Panhandle B. Fue desarrollada para flujo totalmente turbulento. Para ductos de grandes diámetros, longitudes y elevadas presiones una de las ecuaciones que mejor se aproxima al comportamiento del gas es esta:

$$Q = 737 \left(\frac{T_b}{P_b} \right)^{1.02} E \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{S^{0.961} * L_m * T_{avg} * Z_{avg}} \right]^{0.51} * d^{2.53}$$

El factor de eficiencia usado en esta ecuación varía entre 0.88 y 0.94

e. Ecuaciones AGA. Fueron desarrolladas para aproximar flujo parcial y totalmente turbulento usando dos diferentes factores de transmisión:

- **Flujo Totalmente Turbulento.** Se basa en la Ley de Tubería Rugosa. Sustituyendo el factor de transmisión en la ecuación general obtenemos la ecuación AGA para flujo totalmente turbulento:

$$Q = 38.77 \left(\frac{T_b}{P_b} \right) E \left[4 \log \left(\frac{3.7D}{\varepsilon} \right) \right] \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{S * L_m * T_{avg} * Z_{avg}} \right]^{0.5} * d^{2.5}$$

- **Flujo Parcialmente Turbulento.** Se basa en la Ley de Tubería Lisa, es decir que no experimenta rugosidad alguna. El factor de transmisión para esta ecuación es:

$$\left(\sqrt{1/f} \right) = 4 \log \left(\frac{Re}{\sqrt{1/f}} \right) - 0.6$$

Sustituyendo el factor de transmisión en la ecuación general, nos resulta una ecuación que no podemos resolver directamente. Los cálculos para solucionar esta ecuación están fuera del alcance de este texto.

3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

De manera sencilla podemos decir que una metodología es un proceso o una forma de entregar un contenido, realizar una actividad o intervenir pedagógicamente en un proceso educativo²⁷.

Cabe destacar que cada vez se hace más necesaria la adquisición de conocimiento a través de medios virtuales, ya que proporcionan maneras didácticas de transmitir la información y nos brinda la facilidad de obtenerla en cualquier entorno en el que nos encontremos.

Con esta Herramienta Multimedia se busca entregar el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas a los estudiantes de Ingeniería de Petróleos, de una manera didáctica que a su vez sirva como apoyo para los docentes.

El diseño de este tipo de herramientas se basa en la aplicación de métodos que faciliten el aprendizaje con el fin de maximizar la comprensión, uso y aplicación de la información, a través de estructuras sistemáticas, metodológicas y pedagógicas. Durante el desarrollo de la metodología se deben tener en cuenta las siguientes fases: análisis, diseño, desarrollo, implantación e implementación y evaluación.

3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO

3.1.1 Objetivos que se pretenden alcanzar con el uso de la herramienta.

- Ayudar a la comprensión de los conceptos fundamentales y los múltiples procesos que se llevan a cabo en la Ingeniería de Gas.

²⁷ <http://malmuze.wordpress.com/2006/10/09/metodologias-y-las-TIC's-todo-un-desafio/>

- Aportar un instrumento de apoyo importante en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de gas para los estudiantes.
- Brindar al estudiante una alternativa de estudio didáctica en el área de ingeniería de gas que le permita profundizar y avanzar en los conocimientos de la asignatura.

3.1.2 Características de la población objetivo. La herramienta multimedia como soporte en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Gas está dirigida a los estudiantes de Ingeniería de petróleo que cursen dicha asignatura y docentes de la misma. Sin embargo, puede servir también para todas aquellas personas a las que le sea de interés el contenido de la asignatura o simplemente como herramienta de consulta.

Para que esta herramienta pueda ser de gran utilidad al usuario, se deben manejar conceptos básicos en asignaturas como Facilidades de Superficie (conocimiento de equipos e instrumentación de la industria), Fenómenos de Transporte (mecanismos de transferencia de calor y transporte por tuberías) e Ingeniería de Yacimientos (conceptos del comportamiento del gas en su estado inicial) para lograr entender con facilidad los procesos realizados al gas natural explicados en ésta herramienta.

3.1.3 Área de contenido. La herramienta multimedia está constituida por nueve capítulos, en los que se exponen y se detallan los principales procesos que se llevan a cabo en la industria del gas natural, mediante textos, tablas, imágenes y animaciones didácticas que facilitan el entendimiento de dichos procesos tales como deshidratación, endulzamiento, recobro, fraccionamiento y transporte por gasoductos.

3.1.4 Necesidad educativa. El desarrollo de la herramienta tiene como propósito entregar a los estudiantes del área de Ingeniería de Gas una fuente de información más sintetizada, interactiva, didáctica y con un soporte audiovisual del contenido de la asignatura Ingeniería de gas buscando ayudar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la misma.

3.2 DISEÑO

3.2.1 Diseño lógico. La herramienta multimedia de Ingeniería de Gas, se establece como un sistema tutorial que tiene como finalidad mantener la motivación del usuario mediante una interfaz que permite seleccionar los contenidos, sistema evaluativo y ayuda que ésta contiene. La forma en la que se han establecido los mismos busca que el usuario pueda asimilar conceptos relativos al tema que esté revisando o sea de su interés para después poder empalmarlos mientras explora un contenido diferente. Con el diseño del sistema de evaluación, la herramienta ofrece al usuario una autoevaluación, que puede indicar si los conocimientos fueron asimilados de manera adecuada.

3.2.2 Diseño funcional. Mediante el uso de la herramienta se le permite al usuario adquirir conocimiento a la medida de su disposición, sin embargo, la herramienta no ofrece la facilidad de alcanzar un nivel de conocimiento óptimo por medio de su uso netamente autodidacta. Para mejorar los resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario el apoyo de parte de un tutor o el docente de la asignatura Ingeniería de Gas, el cual puede reforzar los conceptos vistos y a su vez pueda resolver las dudas e inquietudes que se puedan generar en el usuario después de usar la herramienta.

3.2.3 Diseño físico.

3.2.3.1 Medios de transmisión de la información. La base de la herramienta multimedia de Ingeniería de gas es la transmisión de información mediante texto

apoyado con la presentación de imágenes que sirven como soporte para ayudar a comprender los conceptos.

La herramienta presenta el uso de hipertextos, los cuales permiten al usuario seleccionar la información que desee consultar, facilitando la asimilación de conceptos.

Las imágenes son el medio visual predominante a lo largo del contenido, y por eso se hace necesario advertir que algunas de éstas pueden contener ciertas limitaciones, ya que la pantalla de visualización no es la más indicada para observarlas en detalle.

3.2.3.2 Desarrollo de la interfaz. La herramienta multimedia de Ingeniería de gas, maneja una interfaz de uso intuitivo por medio de elementos que diferencian la parte educativa de la evaluativa. Estos elementos permiten al usuario el acceso al contenido en la forma en que se ha segmentado. Esto se ha conseguido debido a la implementación de cuatro tipos de interfaces gráficas de las cuales consta la herramienta: La interfaz de inicio y selección del tema, la interfaz de contenido de la asignatura Ingeniería de Gas, la interfaz del sistema de evaluación y la interfaz del módulo ayuda.

Las interfaces mencionadas se relacionan entre sí para poder llevar a cabo su funcionamiento tanto conceptual como gráfico, sin embargo, presentan algunas diferencias entre ellas, las cuales se presentan de una forma general a continuación.

a. Interfaz de inicio y selección. La interfaz de inicio y selección, es una página en la cual se encuentran tres elementos de selección, los cuales se presentan en el centro de la interfaz: el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas, el sistema de evaluación y por último el módulo de ayuda.

b. Interfaz de contenido de la asignatura. En esta interfaz se presentan nueve elementos de selección, los cuales hacen referencia a los temas en los que se agrupó el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas. Cada uno de estos temas contiene subdivisiones en asuntos particulares, las cuales se encuentran en la parte izquierda de la interfaz, con el fin de permitir al usuario el acceso directo a temas específicos.

La información conceptual se visualiza como una presentación la cual permite su navegación, la selección de contenidos visuales, zoom óptico para la ampliación (de fórmulas, esquemas de procesos, tablas y gráficas), opciones de regreso al menú principal e interacción entre las demás interfaces.

c. Interfaz del sistema de evaluación. En la interfaz del sistema de evaluación se encuentran nueve elementos de selección, correspondientes a cada uno de los capítulos o tema principales en los cuales se ha dividido el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas. En cada elemento de selección el usuario accede a una listado de preguntas específicas del tema seleccionado, estas preguntas son de selección múltiple, el usuario debe seleccionar para cada una de estas una única respuesta entre cuatro opciones que le brinda la herramienta. Luego de realizar cada evaluación por capítulos, se calcula el porcentaje de conocimiento basándose en el número de aciertos que se tuvo al momento de realizar la evaluación.

d. Interfaz del módulo de ayuda. Al acceder a esta interfaz, el usuario encuentra tres archivos en formato PDF. El primero corresponde al contenido de la herramienta; el segundo archivo es un manual de usuario en el cual se indica el funcionamiento de la herramienta, la función de cada uno de sus botones y por último un archivo con la bibliografía usada para el desarrollo de la herramienta.

3.2.3.3 Imágenes. A lo largo del contenido textual de la herramienta multimedia “Ingeniería de Gas” se presenta el uso de imágenes con el fin de facilitar la asimilación de objetos por parte del usuario.

3.2.3.4 Sonido. El uso de sonido en la herramienta se presenta a lo largo del contenido de la herramienta si el usuario así lo desea, ya que la herramienta cuenta con la opción de activar o desactivar el sonido, esto con la intención de adornar la aplicación.

3.2.3.5 Color. Los colores que predominan en la herramienta multimedia “Ingeniería de Gas”, han sido seleccionados buscando una relación con la temática que se está implementando, y un equilibrio con la función del programa. Se ha hecho especial énfasis en facilitar la lectura de texto por parte del usuario.

3.2.3.6 Contenido de la herramienta. El contenido académico que abarca la herramienta “Ingeniería de Gas”, incluye los mismos tópicos tratados en la asignatura que lleva el mismo nombre; es el siguiente:

a. Generalidades

- Introducción.
- ¿Qué es el gas natural?
- Composición del gas natural.
- Orígenes del gas natural.
- Reservas de gas natural.

- Usos del gas natural.
- Industria del gas natural

b. Contenido de agua y formación de hidratos

- Hidratos de gas: Tipos, estructura, propiedades y condiciones de formación.
- Contenido de agua en el gas natural (para gas dulce y ácido).
- Predicción de formación de hidratos.

c. Inhibición de hidratos

- Inhibidores termodinámicos.
- Inhibidores de baja dosis.
- Inhibidores híbridos.

d. Deshidratación del gas natural

- Deshidratación por absorción (glicol líquido).
- Deshidratación por adsorción (lecho sólido).

e. Endulzamiento del gas natural

- Endulzamiento con aminas

- Endulzamiento con membranas permeables.

f. Recobro de líquidos del gas natural (LGN)

- Control de punto de rocío.
- Absorción con aceite pobre.
- Refrigeración mecánica.
- Chillers.
- Tecnología criogénica.
- Expansión Joule – Thomson.
- Turboexpander.
- Tecnología Twister.

g. Fraccionamiento de líquidos del gas natural

- Proceso.
- Torres de fraccionamiento.
- Fundamentos teóricos.
- Consideraciones de diseño de una torre de fraccionamiento.

- Ejemplo de diseño de una torre de fraccionamiento.
- Problemas operacionales.

h. Equipos

- Mecanismos de transferencia de calor.
- Intercambiadores de calor.
- Condensadores.
- Rehervidores.
- Compresores.

i. Transporte por gasoductos

- Construcción y operación de gasoductos.
- Elementos que conforman un gasoducto.
- Reglamento único de transporte de gas natural (RUT).
- Sistema de transporte de gas natural en Colombia.
- Diseño y dimensionamiento.
- Ejemplo de diseño.

3.2.3.7 Sistema de evaluación. El sistema de evaluación de la herramienta multimedia “Ingeniería de Gas” consta de nueve elementos de selección, correspondientes a cada uno de los capítulos o temas principales en los cuales se ha dividido el contenido de la asignatura Ingeniería de Gas, se presenta en un formato de 5 preguntas específicas del tema seleccionado. Estas preguntas son de selección múltiple, el usuario debe escoger para cada una de estas una única respuesta entre cuatro opciones que le brinda la herramienta. Luego de realizar cada evaluación por capítulos, la herramienta arroja una calificación que corresponde al porcentaje de número de preguntas acertadas sobre número de preguntas totales.

En todo caso el sistema de evaluación de la herramienta no constituye un medidor óptimo del conocimiento alcanzado por el usuario, razón por la cual no se puede tomar como un método de evaluación universitario. No obstante, el sistema de evaluación si busca que el usuario pueda reconocer sus falencias en el tema.

3.2.3.9 Modulo de ayuda. En este módulo de la herramienta se pueden encontrar 3 documentos de gran ayuda para el usuario de la herramienta, como lo son:

- a. Contenido de la herramienta versión PDF
- b. Manual del usuario de la herramienta versión PDF
- c. Bibliografía de fuentes usadas para el desarrollo de la herramienta

4. MANUAL DEL USUARIO

La realización de este manual tiene como objetivo principal, brindarle al estudiante o en general a quien use la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS” las directrices necesarias para su correcta ejecución y maximizar su aprovechamiento. Para lo cual, se incluye una descripción detallada de cada una de las funciones y elementos que la conforman, con el fin de que la herramienta se utilice de manera rápida y sencilla para que se convierta en un instrumento útil en el estudio de la asignatura “Ingeniería de Gas”.

Para el uso exitoso de la herramienta hay que tener en cuenta ciertas recomendaciones y seguir algunos pasos:

4.1 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LA HERRAMIENTA

4.1.1 Instalación de la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS”. Esta herramienta no requiere un proceso de instalación, por lo tanto, para su correcto funcionamiento solo se necesita contar con:

- **Sistema operativo.**

MAC OS

Windows 2000

Windows XP

Windows Vista

Windows 7

Nota: cualquiera de los mencionados anteriormente

- **Programas necesarios.**

Adobe Flash Player 9

- **Espacio de almacenamiento.** Espacio libre en el disco duro de 30 MB. Es indispensable contar con el espacio libre en el disco mencionado anteriormente para su ejecución. Una vez posea la herramienta esta se ejecutara por si sola. Si el equipo tiene la reproducción automática (autorun) desactivada, solo basta con ejecutar la aplicación “Ingeniería de Gas.exe”, desarrollada en Flash contenida en el CD entregado, para tener acceso visual a la herramienta multimedia.

4.1.2 Procedimiento de Inicio. Para iniciar la herramienta se debe introducir el CD en una unidad CD-ROM, CD-RW, DVD-ROM o DVR-RW, cualquiera que tenga disponible el ordenador, esta se ejecutara automáticamente, si el computador tiene la opción de reproducción automática (autorun) activada. De lo contrario, se debe abrir la carpeta “HERRAMIENTA MULTIMEDIA INGENIERÍA DE GAS” la cual contiene la aplicación y otros archivos necesarios para su ejecución. Seguidamente, hacer doble click sobre el archivo ejecutable de Adobe Flash Player “Ingeniería de Gas.exe” observado en la figura 12 y automáticamente se visualizara la ventana de inicio de la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS”, en la cual se podrá observar una introducción a la interfaz de inicio, como se aprecia en la figura 13.

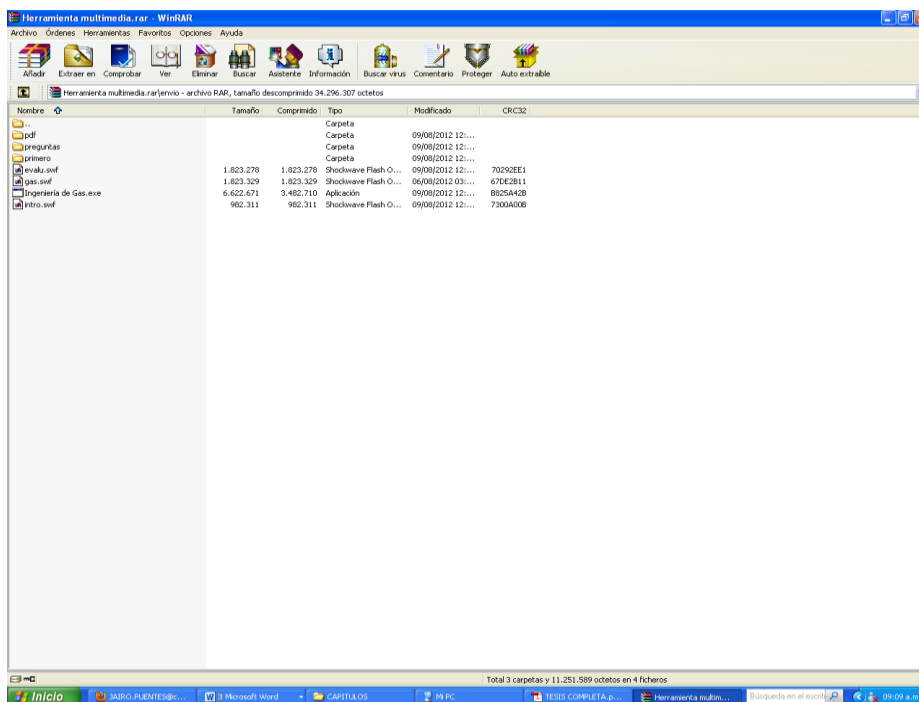
4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

En esta sección se hará una descripción detallada de cada uno de los componentes que conforman la herramienta, de igual manera se describirá los pasos para el acceso completo a la información.

4.2.1 Introducción a la herramienta. Consta de una pequeña animación gráfica y musical antes de ingresar a la pantalla de inicio de la herramienta.

4.2.2 Interfaz de inicio. Posterior a la introducción y después de hacer click para iniciar como se indica, la herramienta arroja un pantallazo que corresponde a la página o interfaz de inicio. Donde se pueden apreciar los 3 botones principales que conforman la herramienta, como se puede apreciar en la figura 14.

Figura 12. Visualización del icono para ingresar a la herramienta multimedia “Ingeniería de Gas.exe”.



Fuente: Los autores

Figura 13. Ventana de visualización de la Introducción de la herramienta.

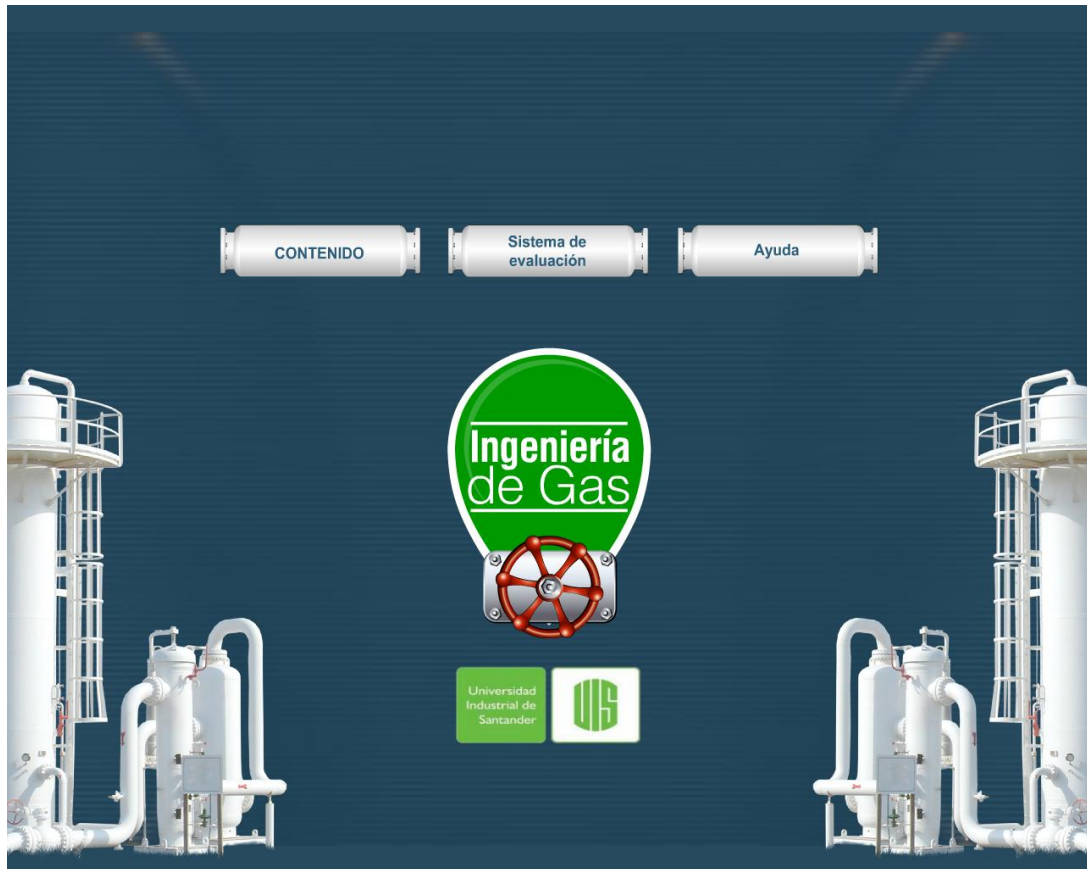


Fuente: Los autores

Estos 3 botones principales corresponden a:

- **Contenido.** En esta sección de la herramienta, se podrá tener acceso a toda la información referente a la asignatura Ingeniería de Gas. Incluye todo el contenido de la asignatura, mediante textos y anexado en tablas y gráficas.
- **Sistema de evaluación.** En esta sección se podrá tener acceso a un Test, que consta de 5 preguntas por capítulo, donde el estudiante podrá evaluar los conocimientos adquiridos con la ayuda de la herramienta, y por supuesto, complementados con las clases de la asignatura “Ingeniería de Gas”. Así el estudiante tendrá un apoyo adicional para enriquecer su proceso de aprendizaje

Figura 14. Ventana de visualización de la interfaz de inicio.



Fuente: Los autores

- **Sistema de Ayuda.** En esta sección se podrá tener acceso a 3 archivos anexados a la herramienta:
 - Contenido de la herramienta versión PDF
 - Manual del usuario de la herramienta versión PDF
 - Bibliografía de fuentes usadas para el desarrollo de la herramienta

4.2.3 Contenido de la Herramienta. El contenido consta de 9 capítulos como se puede apreciar en la figura 15, representados por 9 botones en la parte izquierda

de la visualización de la herramienta, los cuales involucran los procesos realizados al gas natural desde la entrada a las plantas de tratamiento, pasando por su procesamiento y finalmente su transporte por gasoductos, incluyendo una breve descripción de los equipos usados. Para el acceso a la información de cada capítulo, basta con hacer click sobre el botón que lo representa.

En la información anexada en los 9 capítulos, podemos encontrar:

- **Generalidades.** Una breve introducción al contenido de la asignatura, se describe la composición y origen del gas natural, sus principales usos y los procesos aplicados en la industria del gas natural.
- **Contenido de agua y formación de hidratos.** Los tipos, estructuras y condiciones de formación de hidratos en una corriente de gas. Junto con los diferentes métodos de determinar el contenido de agua en equilibrio y de predecir las condiciones de formación de hidratos en una corriente de gas natural.
- **Inhibición de hidratos.** La necesidad de porqué realizar la inhibición de hidratos, la clasificación de estos, y se detallan los principales procesos como lo son los inhibidores termodinámicos, los de baja dosis y los híbridos.
- **Deshidratación del gas natural.** Una descripción completa de los dos métodos de deshidratación de gas natural más usados en la industria: deshidratación por absorción (glicol líquido) y deshidratación por adsorción (lecho sólido). Que incluyen, entre otras cosas, la descripción del proceso, los pasos para el diseño y los problemas operacionales de una torre de deshidratadora de ambos métodos.

- **Endulzamiento del gas natural.** El proceso de endulzamiento del gas, se mencionan los principales métodos para llevarlos a cabo, ya sea por aminas o membranas permeables.
- **Recobro de líquidos del gas natural (LGN).** Los principales procesos para realizar el recobro de líquidos del gas natural, entre los cuales encontramos: la refrigeración mecánica, la absorción con aceite pobre, la turboexpansión, tecnología Twister y la expansión Joule – Thomson.
- **Fraccionamiento.** Los diferentes productos obtenidos a partir de un tren de fraccionamiento. La descripción del proceso y secuencias para obtener estos productos junto con una breve especificación de los tipos de columnas de fraccionamiento usadas y sus partes más importantes. Así como, el procedimiento de diseño teniendo en cuenta los parámetros más importantes para este.
- **Equipos.** Los principales mecanismos en los cuales se puede llevar a cabo la transferencia de calor, para poder así cumplir con los procesos que están involucrados en la industria del gas natural; estos mecanismos se llevan principalmente en equipos como los intercambiadores de calor, los condensadores, rehervidores y compresores, equipos los cuales son detallados desde sus componentes hasta su funcionamiento.
- **Transporte por gasoductos.** Las principales características y componentes que debe tener un gasoducto y su proceso de construcción y operación junto con las leyes que rigen estos procesos. Así como, una descripción detallada del Sistemas De Transporte De Gas Natural En Colombia, incluyendo las empresas transportadoras de gas y las principales características de los gasoductos que estas operan. Y finalmente, el proceso de diseño y dimensionamiento de un gasoducto para determinar su capacidad de flujo.

Figura 15. Visualización del Sistema de Contenido de la Herramienta.



Fuente: Los autores

En cada uno de estos capítulos la información se encuentra distribuida en páginas, a las cuales podemos acceder por medio de los botones de navegación que se encuentran en la parte inferior derecha de la ventana de visualización del Sistema de Contenido en la figura 29 y 30.

Dado que los capítulos son extensos, se instalaron unos botones de acceso rápido a subtemas mostrados en la figura 32 para acceder a la información requerida de forma rápida. Estos botones se encuentran en la parte central superior de la herramienta y basta con hacer click sobre cualquiera de ellos para acceder a la información que representan.

4.2.4 Animaciones, gráficos, esquemas, tablas y ecuaciones. La herramienta multimedia cuenta con un material variado que además de texto incluye animaciones, gráficos, esquemas, tablas y ecuaciones los cuales se encuentran distribuidos en todo su contenido. Algunos gráficos, tablas o ecuaciones que por su tamaño no se pueden visualizar a simple vista, pueden ser aumentados de tamaño con la ayuda del botón de zoom óptico, simplemente se hace click derecho al ratón y seguidamente click en aumentar.

4.3 ACCESO A LA INFORMACIÓN

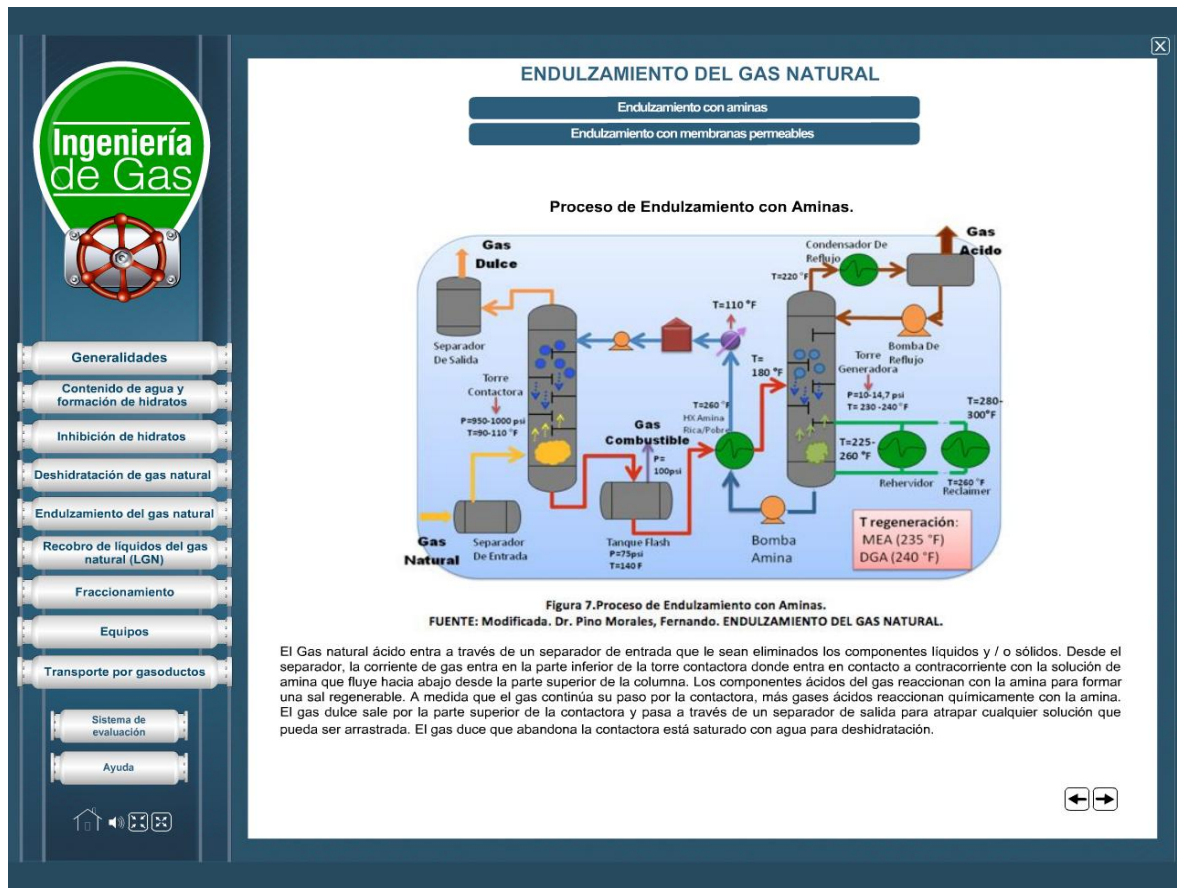
Para acceder a la información textual y gráfica de la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS”, es necesario tener claro, cuál es el tema que se desea consultar.

Después de identificar en cuál de los capítulos se encuentra la información requerida, ejecute la aplicación y busque el capítulo requerido en el contenido de la herramienta.

Para efectos prácticos daremos el procedimiento a seguir para acceder a la información de Deshidratación por Adsorción mostrado en la figura 18.

- Acceder a la herramienta multimedia ejecutando la aplicación “Ingeniería de Gas.exe”, desde la carpeta contenida en el CD suministrado.
- Una vez se ha accedido a la herramienta, seleccionar en el menú principal la opción “CONTENIDO”. El cual despliega los 9 capítulos contenidos en la herramienta

Figura 16. Visualización de gráficos de la Herramienta.



Fuente: Los autores

- Hacer click en el botón “Deshidratación del gas natural” en la parte izquierda de la ventana. Este botón conduce al contenido del capítulo.
- En la parte superior de la ventana encontramos los botones referentes a los subtemas contenidos en el capítulo seleccionado, en este caso se hace click en “Deshidratación por adsorción (lecho sólido)”, el cual contiene la información requerida.
- Finalmente, para acceder al total de la información, se accionan los botones de navegación representados por las figuras 29 y 30 haciendo click sobre éstos para ir desde el inicio hasta el final y viceversa del capítulo seleccionado.

Figura 17. Visualización del capítulo Deshidratación del Gas Natural.



X

DESHIDRATACIÓN DE GAS NATURAL

Deshidratación por absorción (glicol líquido)

Deshidratación por adsorción (lecho sólido)

DESHIDRATACIÓN DE GAS NATURAL

El gas natural, gas asociado y gas de cola generalmente contienen agua líquida y/o en fase vapor en la fuente y/o como resultado del endulzamiento con una solución acuosa. Este contenido de agua del gas se debe reducir y controlar para garantizar su tratamiento y transmisión seguros. Para ello realizamos la deshidratación, que consiste en extraer el vapor de agua de una corriente de gas para reducir su punto de rocío.

Las principales razones para retirar el agua del gas natural son los siguientes:

- Prevenir la formación de hidratos y la condensación de agua libre en las instalaciones de procesamiento y el transporte
- Prevenir la erosión y corrosión de la tubería. Gases con alto contenido de CO2 y H2S junto con el agua pueden formar mezclas altamente corrosivas
- Reducir la cantidad de agua del gas para aumentar el valor del poder calorífico del gas y así cumplir con la especificación de venta. Esto a su vez aumenta la capacidad de la línea de transmisión
- Cumplir con la especificación de contenido de agua máximo para la venta y transporte del gas, dependiendo el país en donde se comercie:
 - El vapor de agua del gas natural puede condensarse en las líneas llegando a causar taponamiento
 - Para optimizar el funcionamiento de los compresores
 - 7 [lb/MMpccs] en el sur de los EE.UU., lo cual corresponde a puntos de rocío de aproximadamente 32 °F
 - 4 [lb/MMpccs] en el norte de los EE.UU, que corresponde a puntos de rocío de aproximadamente 20 °F
 - 2 a 4 [lb/MMpccs] en Canadá. Estos valores corresponden a puntos de rocío entre 20 y 0 °F durante
 - En Colombia según el RUT es de 6 [lb/MMpccs]
 - Los puntos de rocío anteriores son calculados en una línea de gas de 1000 psi

•Los métodos utilizados para deshidratar el gas natural son:

- Absorción con desecantes líquidos
- Adsorción con desecantes sólidos
- Deshidratación con delicuescentes sólidos (como cloruro de calcio)
- Expansión - Refrigeración
- Refrigeración y mezcla con metanol
- Deshidratación con membranas permeables
- Deshidratación con gases de despojo
- Deshidratación por destilación
- Tecnología TWISTER
- Tecnología de tubo VORTEX en adición con TEG para eliminar el agua del gas almacenado en el subsuelo.

➔

Generalidades

Contenido de agua y formación de hidratos

Inhibición de hidratos

Deshidratación de gas natural

Endulzamiento del gas natural

Recobro de líquidos del gas natural (LGN)





Fraccionamiento

Equipos

Transporte por gasoductos

Sistema de evaluación

Ayuda

Fuente: Los autores

Figura 18. Visualización de la información de la sección “Deshidratación por Adsorción”.



Fuente: Los autores

4.4 SISTEMA DE EVALUACIÓN

El módulo de evaluación se puede encontrar en la interfaz de inicio de la herramienta y se puede acceder a este haciendo click sobre el botón que lo representa mostrado en la figura 14. Allí se encuentran 5 preguntas de selección múltiple con única respuesta por cada capítulo, que incluyen preguntas teóricas y problemas de diseño.

El estudiante podrá seleccionar en que tema se desea evaluar, dando click al botón que representa dicho tema, el cual desplegara las preguntas relacionadas al tema seleccionado.

El estudiante deberá contestar las 5 preguntas del capítulo que seleccione y al final obtendrá su calificación como $\% \frac{\text{número de preguntas acertadas}}{\text{número de preguntas totales}}$.

Figura 19. Visualización del Sistema de Evaluación de la Herramienta.



Fuente: Los autores

El procedimiento a seguir para realizar la evaluación es el siguiente:

- En la interfaz de inicio hacer click en el icono “SISTEMA DE EVALUACIÓN”, el cual desplegará un pantallazo similar al desplegado al seleccionar CONTENIDO, pero en este caso, los botones contendrán las preguntas de cada capítulo.
- A continuación se debe seleccionar el capítulo en el cual se desea ser evaluado, inmediatamente aparecerá una pantallazo que indica el capítulo en el que se encuentra, el tipo de preguntas que se le realizara y un botón de inicio de la evaluación mostrado en la figura 33.
- Hacer click en el botón inicio, para empezar con la evaluación. Al hacer esto se desplegará la primera pregunta, correspondiente al tema seleccionado.
- Ahora se debe escoger la respuesta que se considere correcta y posterior a ello hacer click en el botón siguiente representado por la figura 34 para ir a la siguiente pregunta y así sucesivamente hasta completar la prueba.
- Al final de la evaluación de cada capítulo se obtendrá una calificación como porcentaje de $\frac{\text{número de preguntas acertadas}}{\text{número de preguntas totales}}$ y puntos obtenidos, cada pregunta acertada le otorga 10 puntos. La prueba se aprueba con 30 puntos o 60%, si logra este puntaje o más aparecerá un letrero en letra verde que dice “Felicitaciones, usted aprobó” como se muestra en la figura 20, de lo contrario verá en letra roja “Lo siento, usted reprobó”.
- Al finalizar la prueba se puede hacer click en el botón revisar prueba mostrado en la figura 27 para verificar que preguntas tuvo acertadas, en que preguntas falló y en este caso ver cuál era la respuesta acertada.

- En cualquier momento de la prueba puede dar click en el botón comprobar respuestas mostrado en la figura 28 para ver el número de la pregunta y comprobar si la respuesta fue errada o acertada.

Figura 20. Visualización de los resultados arrojados por el Sistema de Evaluación.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

CAPÍTULO 2 - CONTENIDO DE AGUA Y FORMACIÓN DE HIDRATOS

APROBO

Su puntuación	Puntaje de aprobación
50 Puntos	30 Puntos
100 %	60 %

Felicitaciones, usted aprobó.

CONTENIDO

Ayuda

Salir

Fuente: Los autores

4.5 MÓDULO DE AYUDA

Este módulo se implementó para que el estudiante cuente con información adicional a la herramienta que le brinde información adicional. A este módulo se podrá acceder desde la interfaz de inicio dando click al botón que lleva su nombre.

El estudiante podrá tener acceso a cualquiera de estos 3 documentos, dando click en el botón ayuda en la figura 14 y a continuación seleccionando el archivo que desee consultar en la figura 21.

- El documento en versión PDF del contenido de la herramienta.
- El manual del usuario de la “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS” (Versión PDF).
- Referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la herramienta (Versión PDF).

4.6 BOTONES COMPLEMENTARIOS

La “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS” cuenta con una serie de botones complementarios que facilitan al estudiante el uso de las diversas funciones de la herramienta tales como ingresar al menú principal, aumentar o reducir la pantalla de visualización, apagar o encender el sonido, cerrar la herramienta, iniciar el proceso de evaluación, ingresar a los diferentes subtemas, navegar a través del contenido de la herramienta; que además de hacer más cómoda la navegación y búsqueda de información crean un ambiente de estudio agradable e interactivo para el usuario, motivándolo al estudio de la asignatura y por lo tanto mejorando su proceso de aprendizaje en esta área.

Los botones para realizar dichas funciones son:

4.6.1 Botones de función.

- **Botón de inicio.** Se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana y su función es enviar al inicio de la herramienta al estudiante en el momento que desee hacerlo. Al oprimirlo la herramienta se dirigirá inmediatamente a la introducción de esta.

Figura 21. Ventana de visualización del Sistema de Ayuda.



Fuente: Los autores

Figura 22. Botón de inicio



Fuente: Los autores

- **Botón menú principal.** Se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana, al lado derecho del botón de inicio, al hacer click sobre el direcciona la herramienta inmediatamente al menú principal en el momento que se desee.

Figura 23. Botón de menú principal



Fuente: Los autores

- **Botón apagar/encender sonido.** Se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana, al lado derecho del botón menú principal, al hacer click sobre el enciende o apaga el sonido según el estudiante lo desee.

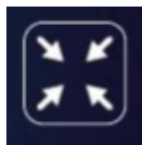
Figura 24. Botón apagar/encender sonido



Fuente: Los autores

- **Botón vista normal.** Se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana, al lado derecho del botón apagar/encender sonido, si la opción de pantalla completa de la ventana de la herramienta esta activada, haciendo click sobre este botón se regresa a la vista normal.

Figura 25. Botón vista normal



Fuente: Los autores

- **Botón pantalla completa.** Se encuentra en la parte inferior izquierda de la ventana, al lado derecho del botón vista normal, permite ajustar el contenido de la ventana a una vista de pantalla completa para poder visualizar mejor su contenido.

Figura 26. Botón pantalla completa



Fuente: Los autores

- **Botón revisar prueba.** Aparece en la parte superior de la pantalla al finalizar el sistema de evaluación de cada capítulo. Permite regresar a las preguntas de la prueba y verificar en cuales estuvieron correctas y cuales incorrectas.

Figura 27. Botón revisar prueba



Fuente: Los autores

- **Botón comprobar respuestas.** Ubicado en la parte inferior izquierda de la ventana de visualización del sistema de evaluación, permite en cualquier momento de la prueba verificar si las preguntas que hasta el momento se han respondido son correctas o incorrectas.

Figura 28. Botón comprobar respuestas



Fuente: Los autores

- **Botón página siguiente.** Se encuentra en la parte inferior derecha de la herramienta. Permite al usuario avanzar la página mientras se encuentra consultando información textual y grafica dentro de la Herramienta.

Figura 29. Botón página siguiente



Fuente: Los autores

- **Botón página anterior.** Se encuentra en la parte inferior derecha de la herramienta. Permite al usuario retroceder la página mientras se encuentra consultando información textual y grafica dentro de la Herramienta

Figura 30. Botón página anterior



Fuente: Los autores

- **Botón de salida.** Se encuentra en la parte superior derecha de la herramienta. Permite abandonar la herramienta en cualquier momento.

Figura 31. Botón de salida



Fuente: Los autores

- **Botones de acceso rápido.** Se encuentran en la parte superior central de la visualización del sistema de contenido. Permiten acceder rápidamente al subtema requerido.

Figura 32. Botones de acceso rápido



Fuente: Los autores

- **Botón inicio de evaluación.** Se encuentran en la parte inferior derecha de la visualización del sistema de evaluación. Permiten acceder a la primera pregunta de la prueba.

Figura 33. Botón inicio de evaluación



Fuente: Los autores

- **Botón siguiente pregunta.** Permiten ir a la siguiente pregunta cuando se esté realizando el proceso de evaluación

Figura 34. Botón siguiente pregunta



Fuente: Los autores

- **Botón de animación.** Permiten avanzar la animación para observar la descripción completa del proceso descrito. Aparece en la parte inferior derecha de cada animación

Figura 35. Botón de animación



Fuente: Los autores

5. CONCLUSIONES

La “HERRAMIENTA MULTIMEDIA COMO SOPORTE EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE GAS” desarrollada presenta, sustancialmente de forma clara y organizada, una recopilación bibliográfica de los temas contenidos en la asignatura Ingeniería de Gas perteneciente al plan de estudios de Ingeniería de Petróleos.

La herramienta se convierte en una fuente de información para el estudiante, con disponibilidad inmediata, ya que se puede manejar con autonomía para consultar y profundizar en temas específicos que el estudiante requiera, aumentando el beneficio obtenido en un mismo tiempo de estudio sin el uso de la herramienta.

La herramienta, gracias a su estructura didáctica y de fácil uso, crea un ambiente de estudio agradable promoviendo el proceso de aprendizaje de la asignatura mencionada.

El desarrollo de esta herramienta aporta al mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de la escuela de Ingeniería de Petróleos incentivando a otros estudiantes a implementar otros medios para el avance continuo de dichos procesos.

6. RECOMENDACIONES

La herramienta esta principalmente dirigida a los estudiantes que estén cursando la asignatura Ingeniería de Gas, aunque si el profesor lo considera prudente esta puede convertirse en un soporte para el proceso de enseñanza de esta asignatura.

El desarrollo de este material educativo tiene como fin el apoyo para el proceso de enseñanza – aprendizaje, sin embargo, no debe ser la única fuente al momento de estudiar la asignatura Ingeniería de gas.

Se recomienda al usuario, el permanente acompañamiento de parte de un tutor o el docente, que facilite una correcta transmisión de la información y solucione las inquietudes del usuario.

Es necesario el desarrollo de herramientas similares, aplicadas a las diferentes asignaturas del plan de estudios de Ingeniería de petróleo

El sistema de evaluación del contenido de la herramienta no debe ser tomado como una fuente de evaluación con fines de aprobación de la asignatura estudiada, ya que el propósito de la herramienta es motivar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura.

Se recomienda actualizarse constantemente tanto en la información textual, como en la gráfica de la herramienta, ya que la Industria del gas natural está sometida al continuo desarrollo de nuevas tecnologías para sus diversos procesos

BIBLIOGRAFÍA

AMB, GUIA AMBIENTAL PARA EL TRANSPORTE DE DUCTOS DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS.

ARNOLD, Kent; STEWARD, Maurice. Surface Production Operations. Design of Oil – Handling System and Facilities. Third Edition. Houston: Gulf Publishing Company, 2008.

CÁCERES, Luis. “El gas natural”. 2002.

CARROLL, John J. NATURAL GAS HYDRATES, 2002

CAMPBELL, Jhon. Technical Assistance Service for the Design, Operation, and Maintenance of Gas Plants. 2003

ASME B 31. CÓDIGO DE ASME PARA TUBERÍA A PRESIÓN, B.31 UN ESTÁNDAR NACIONAL ESTADOUNIDENSE. 8 — Edición de 1999. (Revisión de ASME B31.8–1995)

CREG – Comisión de Regulación de Energía y Gas, (2003), “Estándares de Calidad en Distribución de Gas Natural y GLP por redes”. Documento CREG-023, Bogotá D.C.

GALVIS PANQUEVA, Álvaro H, Ingeniería de software educativo. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992.

GAS PROCESSORS SUPPLIERS ASSOCIATION. Twelfth Edition. Tulsa, Oklahoma. 2004.

¿QUÉ ES LA EDUCACIÓN VIRTUAL?

http://www.pucpr.edu/congresoeducacionvirtual/congreso2010/que_es_educacion_virtual.htm

http://pipeisometric.com/diablos_pigs.html

<http://www.aditech.com.ar/descargas/recautomaticos.pdf>

<http://www.progasur.com.co/especificaciones.php?ld=7>

http://www.promigas.com/wps/wcm/connect/web_content/NeoPromigas/Negocios/Transporte+de+Gas+Natural/

http://www.oilproduction.net/files/valvula_pigging.pdf

<http://www.tgi.com.co/index.php/es/nuestra-empresa/112-bienvenidos-a-tgi>

<http://www.transgastol.com/Contenido/Default.aspx?ld=203>

<http://www.transoccidente.com/Noticias/Default.aspx>

<http://www.transoriente.com.co/Noticias/Default.aspx>

INFORME DE GERSTIÓN TGI 2011

<http://www.tgi.com.co/images/pdf/InformeGestion/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20Sostenible%202011%20TGI.pdf>

INSTITUO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.
Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Colombia. ICONTEC. 2000.

INTERCAMBIADORES DE CALOR

<http://www.radiadoresgallardo.cl/topintercambiaodres.pdf>

KIDNAY, Arthur J y PARRISH William R. FUNDAMENTALS OF NATURAL GAS PROCESSING, 2006

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (T.I.C.) EN EL APRENDIZAJE <http://www.uv.es/bellohc/pdf/pwtic2.pdf>

LAS “TIC’s” EN LA EDUCACIÓN. <http://educatIC's.blogspot.com/>

López, Milena. Ingeniería Conceptual en el Diseño del Gasoducto Santana – Aratoca.

MAPA RED NACIONAL DE GASODUCTOS

<http://www.tgi.com.co/index.php/es/nuestra-operacion/mapa-red-nacional-de-gasoductos/gasoducto-ballena-barrancabermeja>

MAPAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

http://www.promigas.com/beo/Info/manual_mapas.asp?id

MOKHATAD, Saeid. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing, 2006.

PINO MORALES, Fernando. “Curso de Gasotécnia” Escuela de Ingeniería de Petróleo. Universidad de Oriente.

RESOLUCIÓN 71 DE 1999, COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

<http://www.monografias.com/trabajos37/tecnologiascomunicacion/tecnologias-comunicacion.shtml>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Escuela de Ingeniería de petróleos. “Diseño y operación de unidades para procesamiento de gas y aplicaciones de simulación de procesos”. Bucaramanga. 2002.

USO PRODUCTIVO Y EDUCATIVO DE LAS “TIC´s”.

<http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/sanrey/TIC's.pdf>

USO PRODUCTIVO Y EDUCATIVO DE LAS “TIC´s”

<http://malmuze.wordpress.com/2006/10/09/metodologias-y-las-TIC's-todo-un-desafio/>

VALVULAS PARA LANZAMIENTO Y RECEPCIÓN DE RASPATUBOS

http://www.oilproduction.net/files/valvula_pigging.pdf

VANEGAS PEREZ, Daniel Andrés y GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Christian Leonardo. Herramienta multimedia para el estudio del área de perforación de pozos en el programa académico de Ingeniería de Petróleos. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2010.