

Detección de Fracturas en Imagen de Pared de Pozo Petrolero.

Trabajo Terminal No.

*Alumnos: Cabañas Gámez Edgar Arturo, *Sánchez Rodríguez Brando Ricardo*

Directores: Gutiérrez Mejía Darwin, Vázquez González Leonor

**e-mail: brandosanchezr@gmail.com*

Resumen - La identificación de rasgos geológicos es empleada en la petrofísica para elaborar análisis estadísticos del comportamiento espacial de las fracturas que al tener una representación de forma sinusoidal pueden ser apreciadas en los registros de imágenes de pared de pozo. El objetivo de este trabajo terminal es reconocer dichas fracturas que son de interés, para así facilitar al analista petrofísico esta tarea mediante un sistema que a través del procesamiento de imágenes digitales sea capaz de detectarlas y generar un reporte basado en características que se presentan en este tipo de fenómenos.

Palabras clave – Rasgos geológicos, Procesamiento digital de imágenes, Registros de Imágenes, Reconocimiento de patrones.

1. Introducción

En la industria petrolera se realizan estudios para determinar el comportamiento de producción de los yacimientos para diseñar la estrategia de explotación, bajo la cual se pretende optimizar la misma. El reconocimiento de los rasgos que se pueden apreciar en la pared de pozo define rasgos geológicos de forma sinusoidales que son de dos tipos: fracturas o bien, son los límites de capas geológicas. Las fracturas poseen alta importancia en análisis de yacimientos, pues la existencia de fracturas siempre implica que puede haber paso de fluidos (hidrocarburo, gas, etc.).

Si bien casi todos los yacimientos de hidrocarburos son afectados de alguna manera por las fracturas naturales, los efectos de las fracturas a menudo se conocen en forma imprecisa y en gran medida se subestiman. Ignorar la presencia de estos rasgos no es una práctica óptima de manejo de yacimientos; tarde o temprano el desempeño técnico y económico del yacimiento se degrada. El mayor riesgo que implica la falta de una caracterización temprana de las fracturas naturales es que tal omisión puede limitar severamente las opciones de desarrollo de campos petroleros.

Las herramientas de registros de pozo (es decir, herramientas que son utilizadas para tomar mediciones directas del pozo, de abajo hacia arriba) están diseñadas para responder a diferentes características del pozo. Algunas herramientas responden principalmente a la litología, unas a la porosidad y otras a las saturaciones de arcillas. Desafortunadamente, ninguna responde al análisis de fracturas, aunque éstas, en particular las fracturas abiertas, pueden afectar la respuesta (medición) en algunas herramientas de registro de pozo (pues las mediciones que son tomadas asumen que la pared del pozo es lisa y que no presenta discontinuidades). Entonces, de la información disponible para un pozo, siempre se trata extraer toda la información que contiene de forma directa o indirecta. Así, el análisis de fracturas de pozos en una región provee de un indicador más al analista petrolero, en su labor de determinar localizaciones probables para perforar un nuevo pozo petrolero.

Retomando el trabajo terminal **2015-B043** el cual a través de archivos de pared de pozo realizó una decodificación estándar DLIS para dar pie a un archivo de lectura que por medio de filtros de ecualización y corrección se generó una imagen. En este trabajo terminal se considera realizar la parte subsecuente, centrándonos en el análisis de la imagen, la identificación de los rasgos de interés y la realización del reporte estadístico de resultados generando así un archivo de fracturas para el uso correspondiente del analista petrofísico. [1]

Sistemas similares que se han desarrollado son.

1. Petrel ® Schlumberger [2]
2. IP TM LR Senergy [3]
3. Geolog ® Paradigm [4]

Por medio de la búsqueda, se ha podido comprobar que los siguientes sistemas computacionales abordan parcialmente la problemática propuesta.

SOFTWARE	CARACTERISTICAS	PRECIO EN MERCADO
Petrel ® Schlumberger	El software Petrel® integra múltiples mediciones de escala variable. Además, soporta metodologías de trabajo iterativas que permiten obtener la descripción estática de las fracturas.	\$ 100, 000. 00 USD
IP TM LR Senergy	Análisis y visualización de datos para producir rápidamente interpretaciones rigurosas y confiables para un solo pozo, o para miles.	\$65, 000. 00 USD
Geolog ® Paradigm	FracMV es parte de un conjunto completo de herramientas que ofrece Paradigm para caracterizar, modelar y simular dinámicamente reservorios fracturados.	\$75,000.00 USD
Solución propuesta	Enfocado al análisis del registro de imágenes para identificar las fracturas con el objetivo de generar un reporte estadístico.	Gratuito

2. Objetivo

Desarrollar una aplicación de escritorio que haga un análisis de rasgos geológicos en un registro de imagen para identificar la presencia de fracturas, en caso de que estas existan, generando así un reporte correspondiente. Esto se realizará en dos vertientes:

1. En la parte de reconocimiento gráfico: mediante el manejo de imágenes digitales aplicando filtros y reconocimiento de patrones.
2. En la parte de reconocimiento analítico: implementando algoritmos y ecuaciones establecidas, para obtener resultados confiables y comprobables.

Dichos resultados confiables y comprobables son las mismas imágenes ya procesadas donde se podrá ver la identificación de la presencia o no, de las fracturas ya antes mencionadas, además de un reporte correspondiente a la imagen procesada.

La metodología para la identificación de fracturas será verificada y validada con la ayuda un experto analista petrofísico para poder obtener los resultados más acertados a la realidad.

3. Justificación

Actualmente, el estudio de los yacimientos naturalmente fracturados representa un desafío para la industria del petróleo y el gas, lo que se plantea en términos de detección, caracterización y modelado de fracturas, y simulación de yacimientos. Para explotarlos de manera adecuada es preciso identificar y modelar los sistemas de fracturas (superficies planas de discontinuidad, en donde la roca ha perdido cohesión y los procesos de deformación y alteración de esta pueden ser ocupadas por fluidos), cavidades de disolución y bloques de matriz. Esto requiere aplicar, de manera consistente, diversas fuentes de información de tipo estático y dinámico.

Debido a ello, este proyecto pretende ayudar a resolver todas estas problemáticas que afronta el analista petrofísico. Como previamente se hizo mención, las fracturas en las paredes de pozo al momento que se representan en una imagen resultan mostrar una forma de curva sinusoidal como se ve en la figura 1. Es así como se pretende que a través de filtros y de algoritmos matemáticos, como la transformada de Hough [5], aplicados en la imagen se denote la sección donde se encuentra dicho rasgo de interés como se muestra en la figura 2. De esta forma se busca obtener la misma imagen, pero con la presencia de fracturas ya resaltada, y a su vez un reporte con base en dicha imagen.

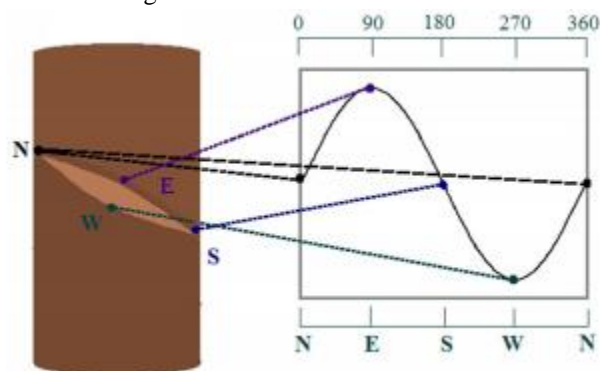


Figura 1. Curva sinusoidal representando una fractura.

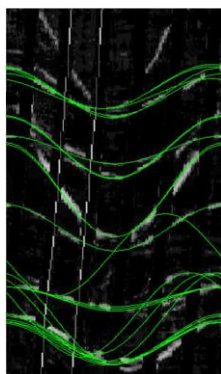


Figura 2. Transformada de Hough aplicada a una imagen binaria

Originalidad del trabajo. Herramienta precisa, gratuita, viable en el desarrollo; tomando en cuenta los sistemas de software similares citados previamente que son altamente costosos y por ende no presentan viabilidad para obtenerlos.

Vinculación. Analistas petroleros/petrofísicos dedicados al estudio de yacimientos petroleros.

Mejora a lo ya existente. Los sistemas mencionados anteriormente no generan archivos de fractura de manera automática, es decir se requieren varios elementos de entrada y en nuestro sistema únicamente se requeriría de una imagen.

Complejidad. Para llevar a cabo este trabajo terminal será necesario aplicar conocimientos de algoritmia, matemáticas avanzadas, procesamiento digital de imágenes y técnicas de programación, considerando así que se requiere de un mínimo de 432 horas dedicadas, distribuidas en 160 días que correspondientes a nuestro ciclo escolar.

4. Productos o Resultados esperados

- *Entrada de imagen:* Representa la entrada del recurso necesario del sistema para su funcionamiento.
- *Preprocesamiento:* Define la etapa de la preparación de la imagen para su respectivo análisis.
- *Análisis:* El respectivo procesamiento de la imagen para la extracción de la información útil.
- *Reporte:* Conforme a la información adquirida se genera el reporte correspondiente.

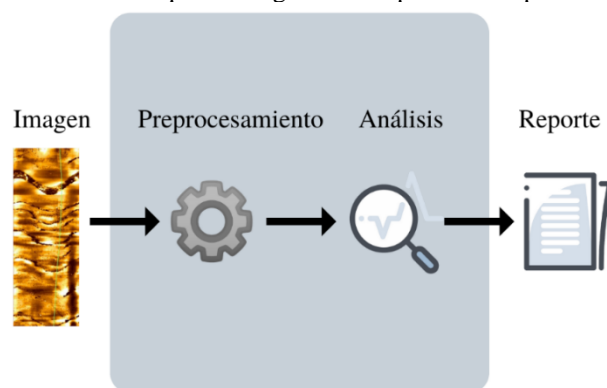


Figura 3. Arquitectura del sistema.

Productos esperados del trabajo terminal:

- Sistema funcional.
- Documentación técnica del sistema.
- Manual de usuario.

5. Metodología

La metodología en cascada es un modelo lineal que emplea un proceso de diseño secuencial, dado a estas características, esta metodología es la que mejor se adapta a nuestras necesidades, ya que, es posible definir sus fases de una manera clara y sencilla además que la arquitectura, como se puede ver en la figura 3, es totalmente lineal al igual que la metodología.

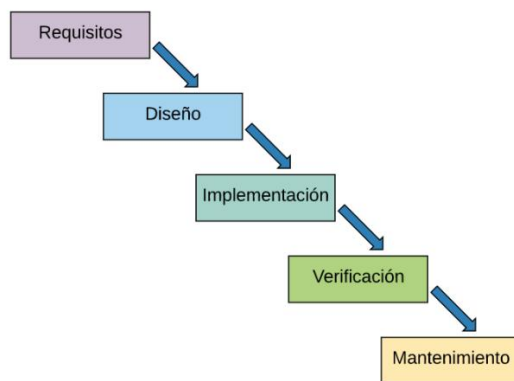


Figura 3. Diagrama de modelo en cascada.

6. Cronograma

Nombre del Alumno: Edgar Arturo Cabañas Gámez

[illegible]

Nombre del Alumno: Brando Ricardo Sánchez Rodríguez

[illegible]

Investigación de algoritmos de detección de fracturas																				
Diseño de la arquitectura																				
Diseño de los módulos																				
Diseño de vistas																				
Generación de código																				
Evaluación TT1																				
Integración de componentes																				
Pruebas (de unidad, integración, validación y sistema)																				
Generación de reporte Técnico																				
Manual Técnico																				
Evaluación TT2																				

7. Referencias

- [1] Elias Silva Rafael. “Identificación De Rasgos Geológicos En Imágenes De Pozos Petroleros”. Número de registro: 2015-B043. México: ESCOM-IPN.
- [2] Schlumberger Software “Petrel®”
-<https://www.software.slb.com/products/petrel/petrel-geology-and-modeling/well-correlation>.
- [3] Ip Lloyds’s Register-<https://www.lr.org/en/ip/technical-information/>
- [4] Paradigm® “Geolog”- https://www.geolog.com/files/pdf/ungc2018_geolog_low.pdf
- [5] Chang-Chun Zou (2002) “A Hough transform-based method for fast detection of fixed period sinusoidal curves in images”.
- [6] Fatemeh Taiebi. Gholamreza Akbarizadeh. E. Farshidi (2017) “Detection of Reservoir Fractures in Imaging Logs using Directional Filtering”
- [6] Roger S. Pressman “Software Engineering: A Practitioner's Approach”, Editorial Mc GrawHill, Novena Edición, pp. 27 – 31.

8. Alumnos y Directores

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos
108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso
a la Información Pública
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono

Edgar Arturo Cabañas Gámez. - Alumno de la carrera en Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad en Sistemas, Boleta: 2017630171, Tel. 2281570684, correo electrónico: arturo.edgar.cg@gmail.com

Firma: _____

Brando Ricardo Sánchez Rodríguez. - Alumno de la carrera en Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad en Sistemas, Boleta: 2017631471, Tel: 5610257232, Correo electrónico: brandosanchezr@gmail.com

Firma: _____

Darwin Gutiérrez Mejía. - Profesor Titular C de la Escuela Superior de Cómputo del IPN, Maestría en Ciencias en la especialidad de Matemáticas del CINVESTAV y Doctorado en la Escuela Superior de Física y Matemáticas. Interesado en las aplicaciones de las matemáticas en diversos ámbitos del cómputo. Tel. 5513328307, Correo electrónico: dargut@hotmail.com

Firma: _____

Leonor Vázquez González. - Profesora interina de la escuela superior de Física y Matemáticas. Maestría en Ciencias en la especialidad de Computación del CINVESTAV y Doctorado en Matemática Aplicada por la Universidad Politécnica de Cataluña, España. Experiencia como líder de desarrollo en aplicaciones y soluciones para la industria petrolera. Su interés se centra en el análisis y desarrollo de algoritmos, optimización y criptografía. Tel. 551915390 Correo electrónico: leobaki@hotmail.com

Firma: _____