

SISTEMA MAINALAMBRICO INSTRUMENTADO



SISTEMA INALAMBRICO INSTRUMENTADO, PARA LA PERFORACION DE CAMPOS
PETROLEROS, PROYECTO DE MEJORA DE PROCESOS EN LA EMPRESA TGT GAMAS

NICOLAS ANDRES YOSSA VALENCIA

DIRECTOR: ING. FERNANDO RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C.

2015

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS	3
1. ANTECEDENTES	6
2. JUSTIFICACIÓN	6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	9
6. MARCO TEORICO	10
7. REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO	20
8. REQUERIMIENTOS DE MONTAJE FÍSICO	22
9. REQUERIMIENTOS DE GESTIÓN	23
10. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS	23
11. ALCANCE ORGANIZACIONAL	25
12. ALCANCE FINANCIERO	26
13. ALCANCE EN TIEMPO	26
14. RIESGOS	27
15. DIAGRAMA EN BLOQUES DEL CENTRO DE RECEPCION DE NODOS	29
16. NARRATIVA DEL PROCESO	30
17. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN	36
18. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SOLUCIÓN	37
19. ASIGNACIÓN DE RECURSOS	39
20. ARBOL DE TAREAS	40
21. COSTOS DEL PROYECTO	43
22. NEGOCIACION DEL PROYECTO	44

TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

Ilustración 1 Caja de conexiones	7
Ilustración 2 Talaro de campo - Taladro en campo	9
Ilustración 3 Diagrama de flujo de la operación	10
Ilustración 4 Diagrama general de la instrumentación	12
Ilustración 5 Variable taladro de perforación	15
Ilustración 6 Bombas de Lodo	15
Ilustración 7 Distribución de tanques	16
Ilustración 8 Distribución líneas de presión	17
Ilustración 9 Malacate	17.
Ilustración 10 Plan de desarrollo en taladro	21
Ilustración 11 Asignación de recursos	25
Ilustración 12 Cronograma de actividades	26
Ilustración 13 Descripción nodo principal	29
Ilustración 14 Interfaz nodo principal	31
Ilustración 15 Operación de la interfaz	32
Ilustración 16 Parametros a configurar del gateway	33
Ilustración 17 Estado del trafico	34
Ilustración 18 Arbol de tareas del proyecto	42

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones del dispositivo.....	23
Tabla 2 Detalle físico nodo principal.....	36
Tabla 3 Instrumentación a utilizar para la distribución en proyecto de perforación	36
Tabla 4 Ventajas y desventajas de la implementación.....	38
Tabla 5 WBS recursos	39
Tabla 6 Costo aplicación actual.....	43
Tabla 7 Costo general del proyecto	43
Tabla 8 Soporte de recuperación de la inversión.....	45

1. ANTECEDENTES

La cuantificación de parámetros en los campos de perforación, presentan muchas fallas técnicas con los métodos que se utilizan para lograr obtener un dato preciso o aproximado, las tecnologías implementadas son engorrosas y tardan tiempo en brindar una solución rápida cuando se presentan inconvenientes

2. JUSTIFICACIÓN

Beneficios

- Optimizar el método empleado en la captura y transmisión de datos
- Prolongar el tiempo de vida de los equipos empleados en la captura de datos lo cual se ve reflejado en la reducción de costos
- Mejorar tiempos de armados del equipo en el taladro, mejorando de este modo los procesos de la empresa
- Estar en la vanguardia de la innovación en la industria, lo que acarrea mayor competencia en la industria y contratación

Si el proyecto no se realiza

- Se realiza la propuesta con pruebas de laboratorio de instrumentación donde el proveedor, revisando las tecnologías más acertadas para la aplicación que va desempeñar, lo cual no recurriría en gastos adicionales para la compañía, solamente el de la investigación en campo, los equipos se adquieren ya teniendo fidelidad en campo de que el sistema funciona
-

Beneficios personales

- Beneficios económico
- Participación de cursos de formación a nivel nacional e internacional
- Posibilidad de crecimiento en el perfil laboral dentro de la compañía

3. PROBLEMA O NECESIDAD A SOLUCIONAR



Ilustración 1 caja de conexiones

Como los inicios y finalización de proyectos de perforación son tan rápido, el extender tendido de cable para aproximadamente 20 señales es muy engorroso para el personal de campo por lo tiempos que dan de arme del equipo, sumando el sistema de adquisición el cual es algo obsoleto.

4. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

La idea es montar un sistema de instrumentado inalámbrico y cableado que se adapten a sensores de 4-20 mA, abran adaptadores inalámbricos que se encargaran de alimentar el dispositivo y de transmitir de forma inalámbrica a un Gateway que recopilara información de los distintos nodos y la almacenara en un controlador que integrara tecnologías inalámbricas y cableadas dependiendo de lo critico que sea la operación e campo , la solución radicara en brindar sistema instrumentado de practico manejo y a la vanguardia de las necesidades requeridas en campo

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Implementar un sistemas de distribución instrumentada inalámbrica para los parámetros de bajo nivel (volúmenes de tanques, temperatura de lodo entrando y saliendo del sistema, peso del lodo en este mismo, y sensores de rpm, Strokes) y un sistema de cableado para las señales más críticas (Presión, tensión en el gancho, detectores de gases), todo este sistema se integrara a un controlador AC 800M el cual se diseñara un interfaz de captura y monitor de cada una de las variables que detecte cada sensor.

INGENIERÍA CONCEPTUAL

6. MARCO TEORICO



Ilustración 2 Taladro en campo

Actualmente la gran mayoría de las compañías que prestan un servicio de perforación les es necesario cuantificar varios parámetros como lo son : grandes profundidades, la temperatura que presenta el sistema, la posición de descarga de una bomba

mecánica (conocida como strokes), la cantidad de giros que presenta nuestro taladro (conocido como rpm), el volumen de lodo que viaja en nuestro hueco perforado y la presión que este maneja, todo ello en tiempo real; en la actualidad se presentan diversos sistemas que realizan estos procesos de manera poco eficiente y bastante costosa, generando lecturas y valores que no son coherentes con lo que físicamente se presenta, además de la falta de interfaces que permitan al operario obtener una lectura en el instante que desarrolla su actividad.

El proyecto radica en solucionar los problemas que en estos momentos se tienen, los largos tiempos de armar el equipo, lo engorroso de tirar tendido de cable de instrumentación en el taladro de perforación de campo en tiempo cortos y el desgaste que este genera al operador.

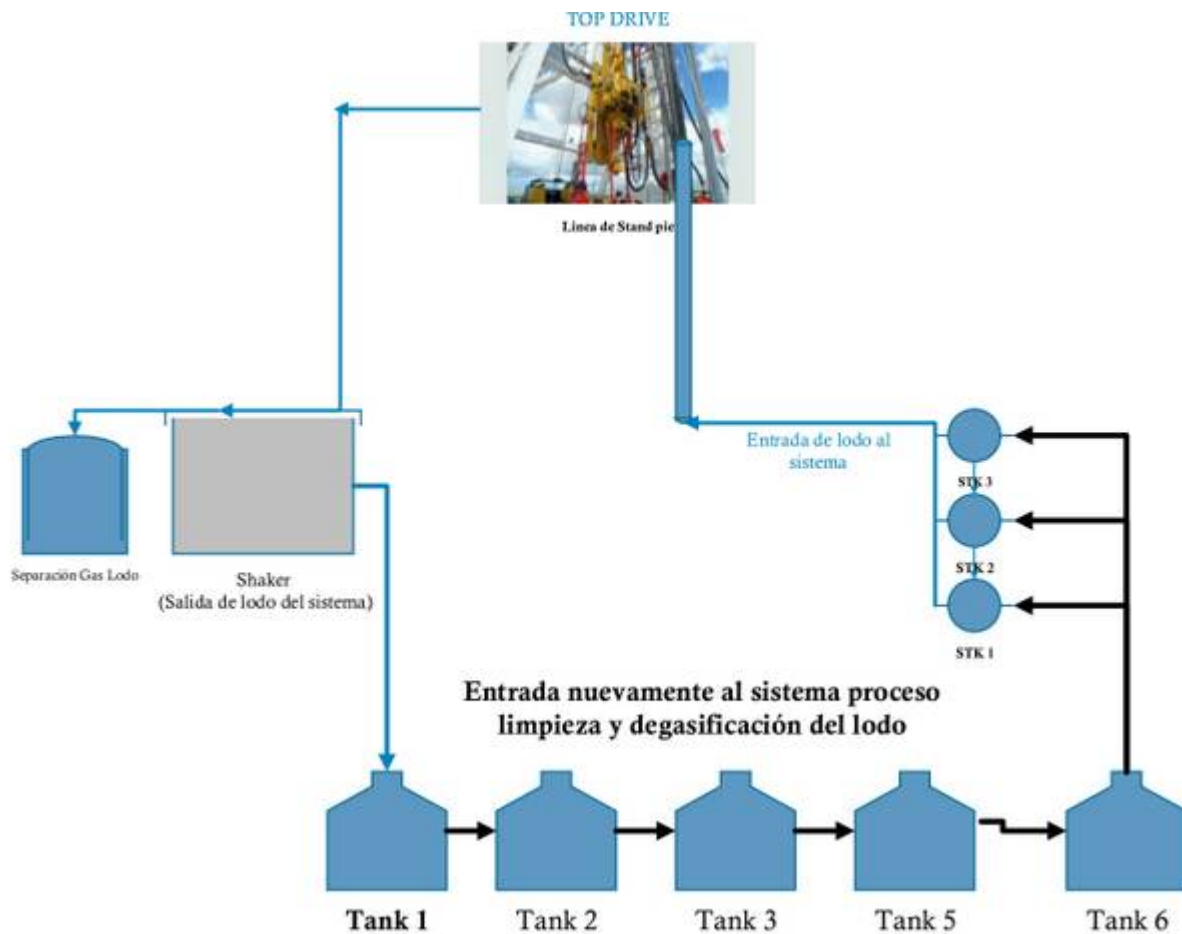


Ilustración 3 Diagrama de flujo de la operación

De manera general un proyecto de perforación petrolera consta de una serie de tanques los cuales en estos se realizan una serie de mezcla viscosa denominada lodo y dependiendo el tipo de formación que se perfora a si mismo los componentes de este cambian, cada tanque tiene distinta denominación dependiendo del tipo de complejidad que lleve el proyecto, normalmente sus denominaciones son:

Tanques de retorno: Los cuales están encargados de almacenar el lodo que sale ya del sistema ese lodo que ya a entrado a hueco abierto y se encargado de limpiar y ayudar a perforar

Tanque Intermedio: El cual el lodo entra a una etapa de centrifugado y degasificación, en esta

etapa del sistema el lodo es limpiado de la formación y gas que se adhiere mientras entro a fondo.

Tanques Succión: En este almacenaje el lodo se prepara para que las bombas se encargen de llevar ese lodo ya limpio y dispuesto a fondo nuevamente,

Tanque de Píldora: La píldora está encargada de almacenar un porcentaje de lodo con mezcla especial, que ayudara a que el lodo fluya más, dentro del sistema o se vuelva más denso, dependiendo del tipo de operación que se requiere en ese momento

Después de que se hace toda la preparación del lodo, considerado uno de los componentes más importante dentro de esta operación encontramos que después de aquel proceso encontramos la etapa de inyección de lodo al sistema, esta etapa es dada por unas bombas de Succión las cuales están encargadas de succionar ese lodo que se ha preparado en los sistemas de tanques y luego es enviada con cierta presión y galonaje por una línea (considerada línea de stand pie) hasta fondo.

Dentro de esta operación el taladro de perforación está diseñado con el fin de manipular el galonaje que se le puede inyectar a fondo, encontramos que la línea de stand pie conecta al top drive, está encargada de darle rotación a toda la tubería que se conecta para bajar y la rotación que esta se le da a la broca de perforación.

El control de rotación de broca, el control de presión de lodo y el peso que tiene la tubería cuando está en fondo, son parámetros importantes que se deben de hacer seguimiento por seguridad tanto del personal como de los instrumentos.

Cuando se está perforando siempre se encuentra el ciclo de ingreso y salida del lodo, ya en la etapa de la salida del lodo se encuentra que el lodo circula a fondo y por las paredes de la formación sale a un sistema de Shaker o zarandas que se encargan de hacer una primera etapa de limpieza del lodo de toda esa formación y mugre que recolecta mientras sale, en esta etapa se detecta como está la formación en fondo y que cantidad de gas posiblemente se puede encontrar, por lo que se realiza un monitoreo del sistema saliendo de gases de temperatura de fondo del peso de lodo saliendo, después de este entra nuevamente al sistema de tanques a seguir con el sistema de limpieza y circulación de lodo a fondo.

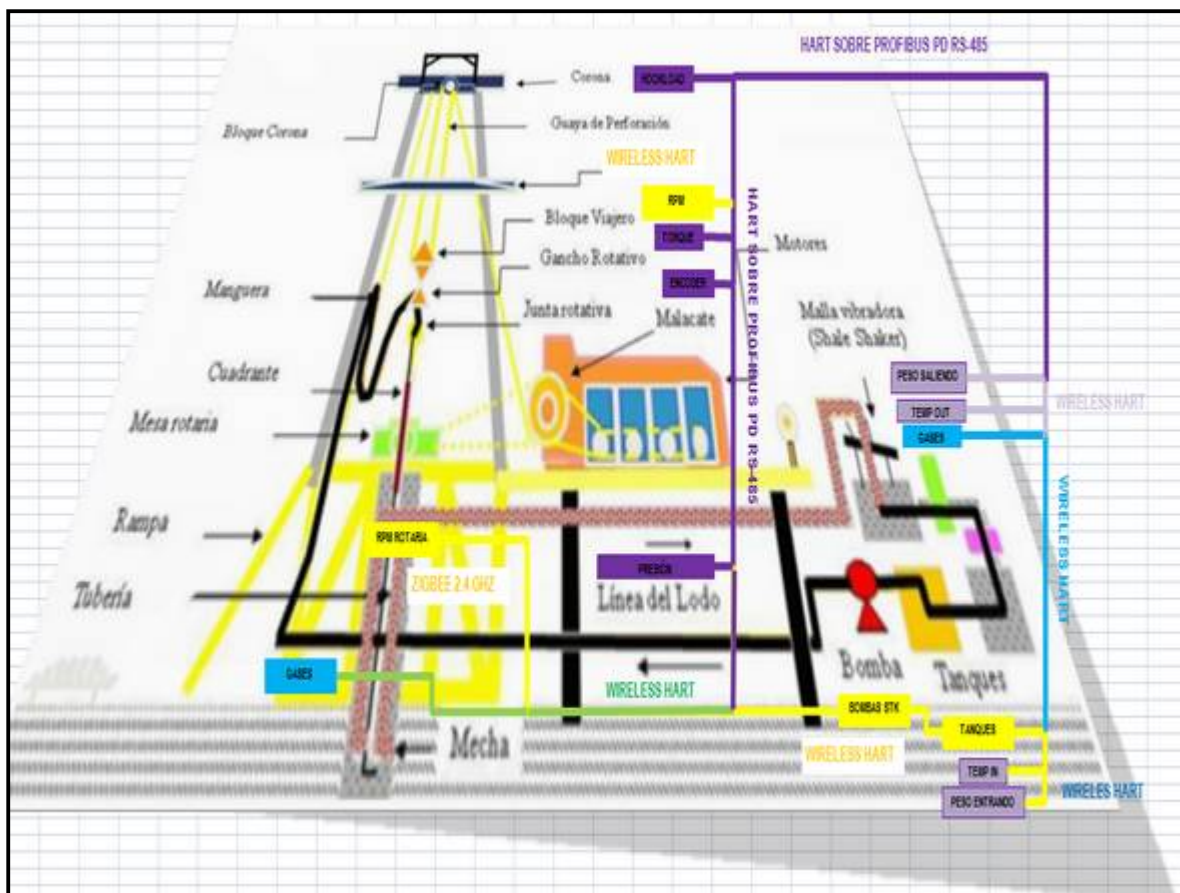


Ilustración 4 Diagrama General instrumentación

ESTADO DEL ARTE

La exploración petrolera es un término dado a la extracción de Petróleo y Gas, en su entorno, el petróleo está definido como aquel líquido natural aceitoso e inflamable, de color oscuro y olor característico, más ligero que el agua, formado por una mezcla de hidrocarburos. Se obtienen de él distintos productos utilizables con fines energéticos o industriales (gasolina, nafta, combustible, aceite, etc.).

Ubicado un yacimiento, se perfora el terreno. Se monta una torre metálica de 40-50 metros de altura que sostendrá los equipos y el subsuelo se taladra con una broca que cumple un doble movimiento: avance y rotación.

La extracción del petróleo se realiza en el subsuelo en distintas capas geológicas, tanto en tierra firme como en el mar. El método utilizado es el mismo en ambos casos. Se perfora el suelo mediante el giro y avance de una broca de acero o de acero con punta de diamante, de allí se calcula la cantidad de giros por minutos. Los trozos de formación se sacan del pozo bombeando a través de la tubería de perforación utilizando lodo (material para limpieza de pozo), de este sistema se determinan distintos cálculos que son importante hacerle seguimientos para la exploración, hablamos de la presión, peso del lodo, temperatura, cantidad de strokes de las bombas para circular el pozo de lodo, volúmenes de lodos inyectados. Cuando se encuentra petróleo, la extracción puede realizarse empleando diversos métodos: aprovechar el flujo natural, inyectar gas por debajo del nivel del fluido, emplear bombas hidráulicas o eléctricas, etc.

Durante los últimos tiempos el avance de la ciencia y la tecnología ha llevado a que se afiance en esta industria un proceso de instrumentación y control, ya hoy en día algo indispensable para las operaciones por las optimizaciones que esta ha generado en la producción. La optimización hace de la instrumentación un elemento clave a la industria generando mayores controles de operación y efectividad

Las compañías operadoras en la actualidad contratan empresas con el fin de que brinden servicios que proporcionen instrumentos y herramientas necesarias para la parametrización (registro continuo de variables) y control de sus pozos.

Como se menciona anteriormente la instrumentación no solo consiste en herramientas y control, es de vital importancia no solo para la optimización de las mismas sino por seguridad del personal

En la gráfica siguiente se visualiza cada componente de un sistema de perforación, de allí se observan los equipos los cuales mantienen ser monitoreados y controlados.

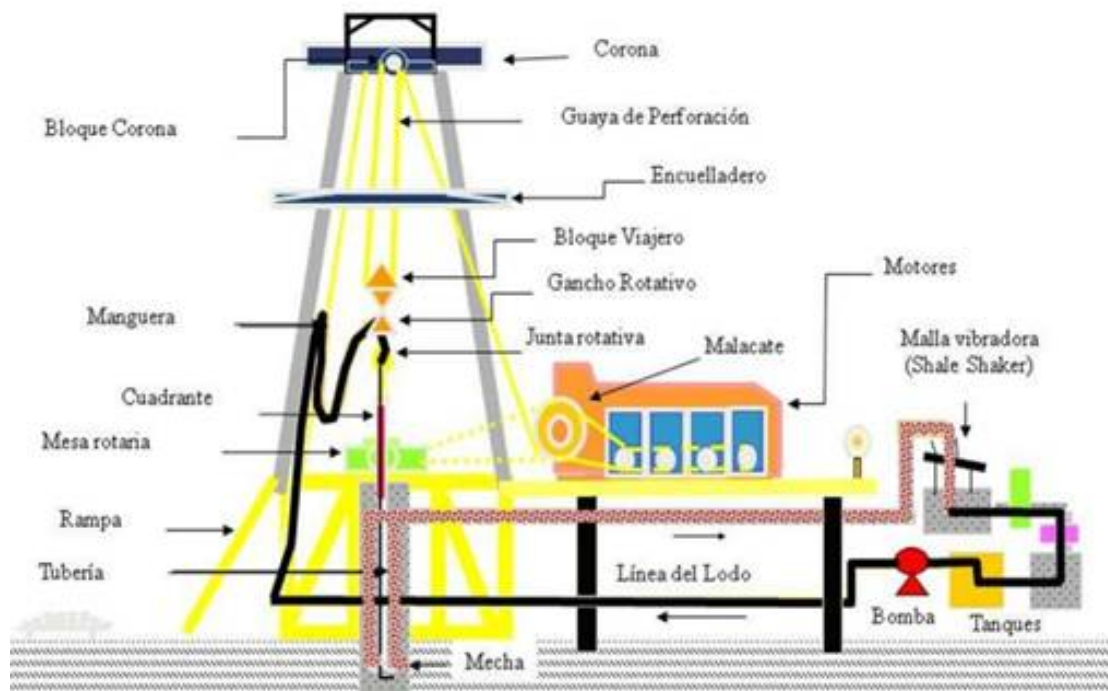


Ilustración 5 Variable taladro perforación



Ilustración 6 Bombas de Lodo

Es importante para la operación calcular que tanto galonaje se le inyecta al pozo ya sea que esta determina si la formación por la que se está taladrando se fractura o no durante la perforación, por ello esta es una variable importante determinar de allí que tantos strokes/min le estamos metiendo, de allí calculamos el galonaje y mantenemos controlado el sistema.



Ilustración 7 Distribución de tanques

Los tanques de lodos están caracterizados por mantener el hueco que se está perforando en buena estado en cada formación que se está pasando, esta se definiría como la encargada de limpiar las paredes de hueco de allí se calculan varias variables, entre ellas se encuentra la temperatura de entrada y salida de lodo dentro del sistema, lo cual me ayuda a determinar qué tan caliente está el sistema para el sistema, lo mismo hablamos de variables de peso del lodo lo cual me ayuda a determinar que tanto tengo que aumentar o disminuir para que el pozo no se nos fracture, o para evitar influjos de pozo.



Líneas de stand pipe diseñadas para trasladar el el lodo de las bombas a fondo, esta me determinar calcular la presión en fondo, y determinar la velocidad de penetración de la broca, también determinar sistemas de seguridad del pozo en caso de que se encuentres gases concentrados no esperados

**Ilustración 8 Distribución línea
de presión**



Malacate y la guaya de tensión me ayuda a determinar la profundidad, el peso de la tubería y el peso que le tamos metiendo a la broca, son parámetros que se calculan uno del otro.

Ilustración 9 Malacate

SENSORES DE CAMPO CON EL FIN DE MONITOREO

Sensor de Penetración – Control de Profundidad:

Dispositivo de pulsos conectado al Malacate Asegura una excelente resolución en la medición de ROP y registro de la profundidad. Permite monitorear la posición del bloque y la profundidad

Sensor de peso: Celda de carga electrónica, montada sobre el cable del equipo perforador en el extremo de la línea muerta. Equipo de medición independiente del instrumental del equipo.

Sensor de presión de Bomba: Transductor electrónico de presión, montado sobre el Stand Pipe del Equipo Perforador.

Sensor de Presión de Casing:

Sensor de presión de alto rango. Montado sobre el Choke manifold del equipo.

Sensor de RPM: Sensor inductivo de proximidad, calcula la cantidad de giro que presenta la Broca

Sensor de Torque Rotary:

Dependiendo del tipo de equipo de perforación, pueden aplicarse dos tipos de transductores. Por presión hidráulica sobre la cadena de transmisión. Registro de la corriente de carga en el motor eléctrico que acciona la mesa

Sensor de Flujo de Retorno:

Medición directa del nivel de lodo que retorna por el cano lateral. De suma importancia para la identificación De ganancias o pérdidas durante la perforación.

Sensores de Niveles y Trip Tank: De tipo ultrasónicos, robusto, rango programable 4-20 mA

Sensor de Temperatura de Lodo de Entrada y Salida: transductor de temperatura con termo resistencia de platino, blindada, en un cilindro de acero inoxidable.

Sensor de Conductividad de Lodo de Entrada y Salida: Método sin electrodos. El registro es determinado por la medición de la corriente inducida en un sistema toroidal de bobinas donde el fluido es medio de acople entre bobinados.

Sensor de Densidad de Lodo de Entrada y Salida: por transmisión de presión diferencial con sello local. El sensor se utiliza para monitorear la densidad del fluido de perforación. Normalmente hay dos, uno en la pileta de succión y otro en la zaranda de salida.

REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN

7. REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO

Las variables físicas que mediremos son:

- Presión: Durante la perforación se requiere que se ejerza una presión de lodo que se transporta por una línea y va hasta el fondo de hueco, para que sea ágil la perforación se aumenta la presión de lodo por los Jetz (Huecos) de la broca.
- Temperatura: Como los procesos de perforación son cíclicos, y el lodo es tan fundamental en este, se hace control de su temperatura cuando entra y sale del sistema siendo que su alta temperatura puede dañar la formación o en su defecto dañar las herramientas de pozo
- GAS TOTAL: El detector es ubicado con el fin de controlar los niveles de metano en el ambiente y de evitar graves accidentes en tal caso en que se vengán los pozos en gas

- CO₂: Este transmisor controla los niveles de Dióxido de carbono, un gas el cual desplaza el oxígeno y es dañino para la salud
- H₂S: Ácido Sulfhídrico, es un gas el cual es completamente toxico solo con 10 ppm de inhalación del gas puede causar la muerte por que se pone el detector en la salida del lodo del sistema
- VOLUMENES DE TANQUE: Es el control de niveles de lodo que se almacenan para el proceso de circulación de lodo durante la perforación
- CANTIDAD DE RPM x Min: Con este calculamos el valor medido para deducir la cantidad de giros que tiene la broca en fondo
- Cantidad de Strokes x Min: Con este calculamos el galonaje que le inyectamos al pozo
- Peso de Lodo: Durante el ciclo del lodo, en la perforación se encuentra que el peso es fundamental para impermeabilizar las paredes del hueco durante la perforación, lo cual se requiere de un control de su entrada al sistema
- Medición de la Profundidad: Con este dispositivo medido a que profundidad queda la zona de interés y hasta donde es el límite de perforación
- Calculo de Peso de la Sarta: El control del peso de la tubería es fundamental para no lastimar la broca de perforación

8. REQUERIMIENTOS DE MONTAJE FÍSICO

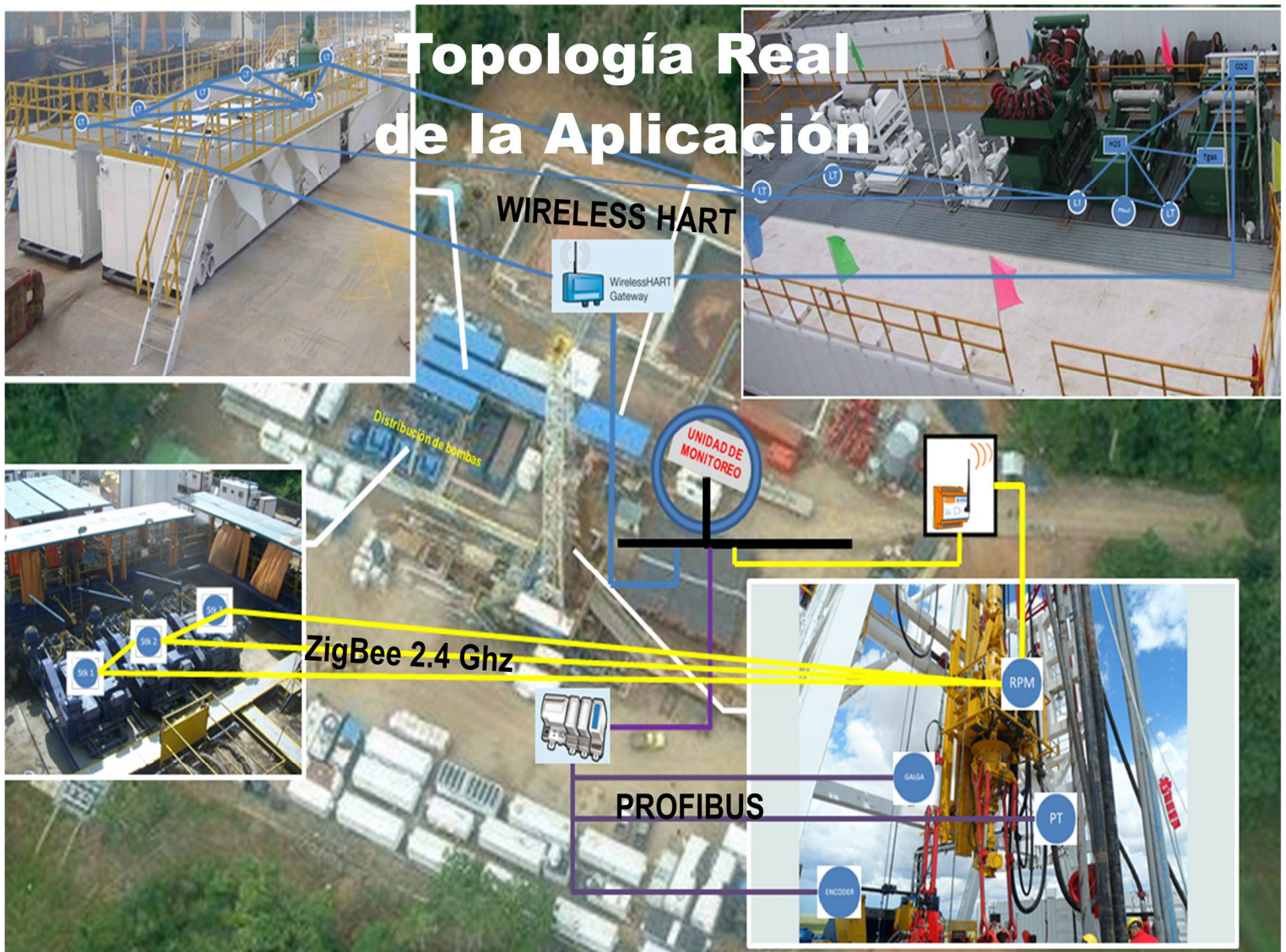


Ilustración 10 Plan de desarrollo en taladro

9. REQUERIMIENTOS DE GESTIÓN

En la actualidad tenemos que en la industria es poco lo que se ve este tipo de instrumentación, pero en la actualidad tenemos que hay proveedores que con tiempo ya vienen dedicándose a interfaces de este tipo los cuales tenemos, Rosemount, Schneider Honeywell y Siemens, aunque este último está hasta ahora metiéndose en el tema de instrumentación inalámbrica, estos fabricantes de tecnologías industriales cuentan con un equipo completo y organizado antes de tipo de tecnología, estos dispositivos cuentan con tecnologías de radios, transmisores, software para las aplicaciones de estos dispositivos y un verdadero soporte técnico de instrumentos y protocolos de campo compatibles con los utilizados en la actualidad como lo es 4-20 mA.

10. REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Características	Rosemount	Schneider	Honeywell
Áreas clasificadas	Clase I, División 2 (EE. UU.)	Clase I, División 2, Grupos A, B, C, & D, T4	Clase I División 2/ATEX Zona 2
Protocolos	HART - IEC 61158, WirelessHART - IEC/PAS 62591Ed.1, EDDL - IEC 61804-3, Radio y MAC - IEEE 802.15.4(TM)-2006 IEC/PAS	• Protocolos Serial: Modbus RTU, Modbus ASCII, DNP3 and DF1. • Protocolos Ethernet: Modbus TCP, Modbus RTU in UDP, Modbus ASCII in UDP, DNP in TCP, DNP in UDP • Protocolos de Red: IP, ARP, TCP, TFTP, UDP and ICMP	IEEE 802.11a, IEEE 802.11b/g, IEEE 802.3, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1D, Modbus TCP, OPC, HART, ISA100.11a, Bifásico Mark (BPM).
Requerimientos del sistema	Procesador Pentium: 500 MHz o más rápido. Sistema operativo: Microsoft Windows 2000 (32 bits), Windows XP Professional (32 bits) o Windows 7 (32 bits). 256 MB de RAM. 100 MB de espacio disponible en disco duro. Puerto serial RS232 ó puerto USB (para usarse con un módem HART).	PC con 300 MHz o velocidad superior de reloj recomendado; familia Pentium/Celeron o AMD K6/Athlon/Duron o procesador compatible. Sistema operativo Microsoft® Windows® 2000 o XP. 256 MB de RAM o superior. 30 MB de espacio disponible en disco duro, 10 GB, si la base de datos	Pentium 4, procesador de 2.4 GHz, 1 GB de memoria RAM, 40 GB de disco duro se recomienda con al menos 10 GB de espacio libre. Ethernet con capacidad de acceso de red por cable para configuración inicial del dispositivo multinodo. Unidad de DVD. Sistema operativo Windows XP con Service

	CD-ROM.	se instala en el PC local. Puerto serial RS-485 o RS_232. Unidad de CD_ROM o DVD. Conectividad de red de internet recomendada para las actualizaciones de software vía FTP.	Pack 2 en inglés. Microsoft. Net Framework 1.1 Windows Installer 3.1.
Alimentación	19,2 – 28,8 VCC	9-38 VDC con salida mínima de 0,5 A.	24 VDC +/- 10% at 15 Watts
Características Ambientales del radio	Carcasa en aluminio con bajo contenido de cobre. NEMA 4x. Pintura de poliuretano. Empaquetadura o sello de la cubierta de goma de silicona. Antena integrada: PBT/PC Antena remota: Fibra de vidrio	Caja con esmalte al horno, a prueba de explosión, intemperie y resistencia a la corrosión	IP66 ¹¹
Operación ambiental	Rango de temperatura operativa: -40 a 70 °C (-40 a 158 °F) Rango de humedad de funcionamiento: 10-90% de humedad relativa	Temperatura: -40 a +185°F (-40 a +85°C).	Temperatura: -40 a +75°C. Humedad: 0~100% sin condensar. Corrosión: G3 clasificación de Resistencia a la corrosión dentro del estándar ISA 71.04-198. Grado de protección para inalámbricos equivalente al tipo NEMA 4X
Banda de frecuencias y los canales de operación	Radios con la norma IEEE 802.15.4 Banda ISM de 2,4 GHz dividida en 15 canales de radio	902MHz – 928MHz band (FCC/IC) 915MHz – 869MHz (Europa) - Arriba de 3000ft (~1000m) rango típico con obstrucción. - El rechazo de canal adyacente: 48dBc - El rechazo de canal alternativo: 62Db	- ISA100.11a (DSSS) 2,4GHz 2,412 - 2,462 GHz 60 canales para FHSS 15 canales para DSSS 802.11a, 5,8GHz 5,725 – 5,850 GHz 16 canales 802.11b/g 2,4GHz 2,412 - 2,462 GHz 11 canales (tres canales no superpuestos).

Tabla 1 Dispositivos y especificaciones

Por la trascendencia de los proveedores se deja de lado a siemens, usando los 3 de las tablas referidas por anteriormente y de la cual como se puede observar en la tabla 2 y 3 hay bastante similitud en sus características mecánicas, eléctricas y técnicas y de comunicación lo cual representa un ventaja para la implementación, sin embargo en lo que respecta a la información Honeywell es quien tiene mayor información de cada instrumento y de su software, de la misma manera como va como cada dispositivo va instalado en campo, en su información se anexa mantenimiento, configuración del equipo y de la red, configuración de los dispositivos de campo y calibración de cada uno de ellos y cuenta con herramientas de antidiagnostico que ayudan al

usuario proporcionando mensajes de estado de cada dispositivo en campo y calibración de cada uno de ellos, Estos dispositivos tienen la facultad de informar al operador cuando ocurre un problema para ayudarlo a encontrar la causa.

ALCANCE DEL PROYECTO

11. ALCANCE ORGANIZACIONAL

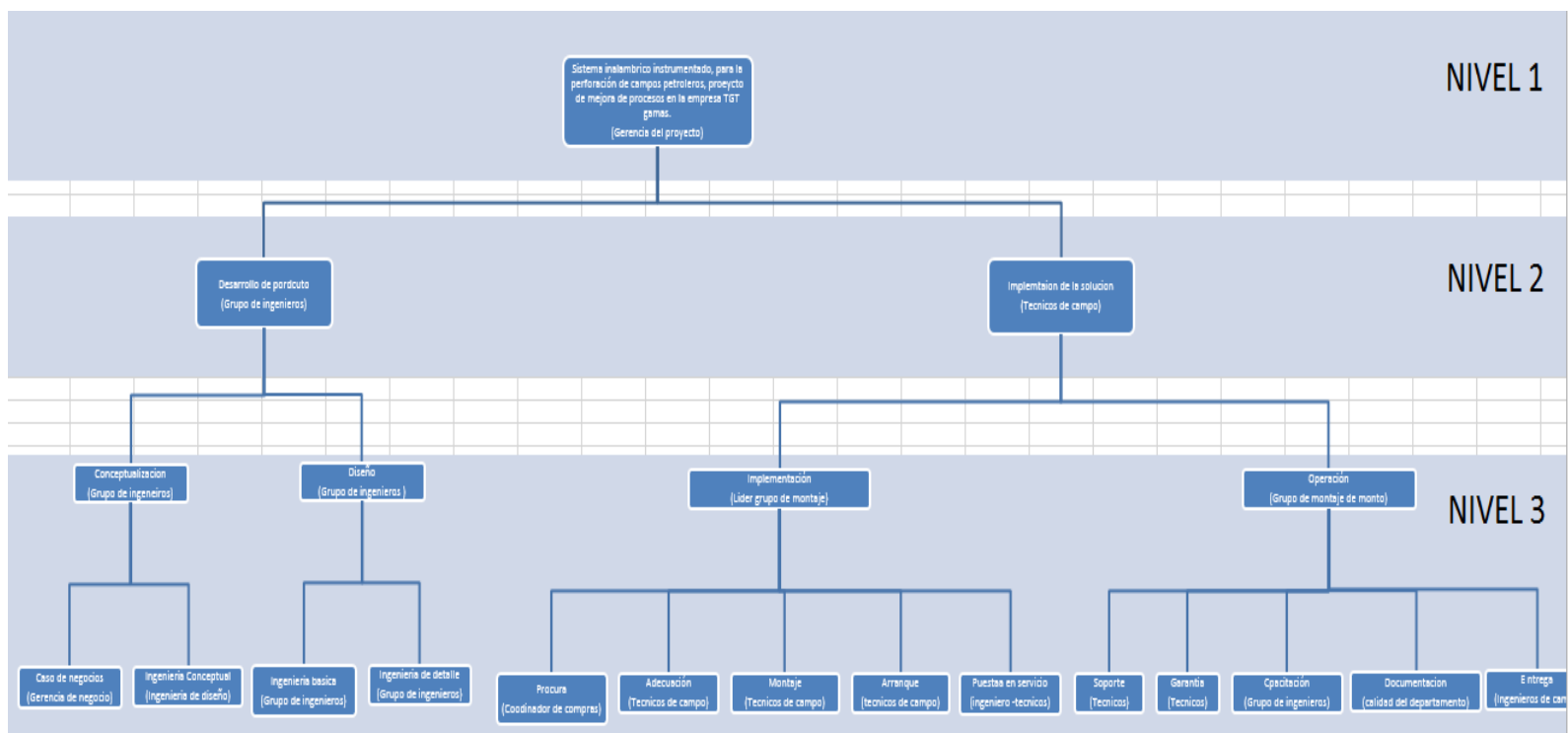


Ilustración 11 Asignación de recursos

12. ALCANCE FINANCIERO

Gracias a que la instrumentación no necesita de cableado para su instalación, se eliminaron los costos exagerados en los tendidos de cable en la tabla de consto, beneficio se relacionara para de los alcances que se logra

13. ALCANCE EN TIEMPO

El proyecto está desde su estudio hasta su implementación proyectado para 12 meses, los cual está determinado en sus etapa de investigación, viabilidad e implementación, en el cronograma de actividades

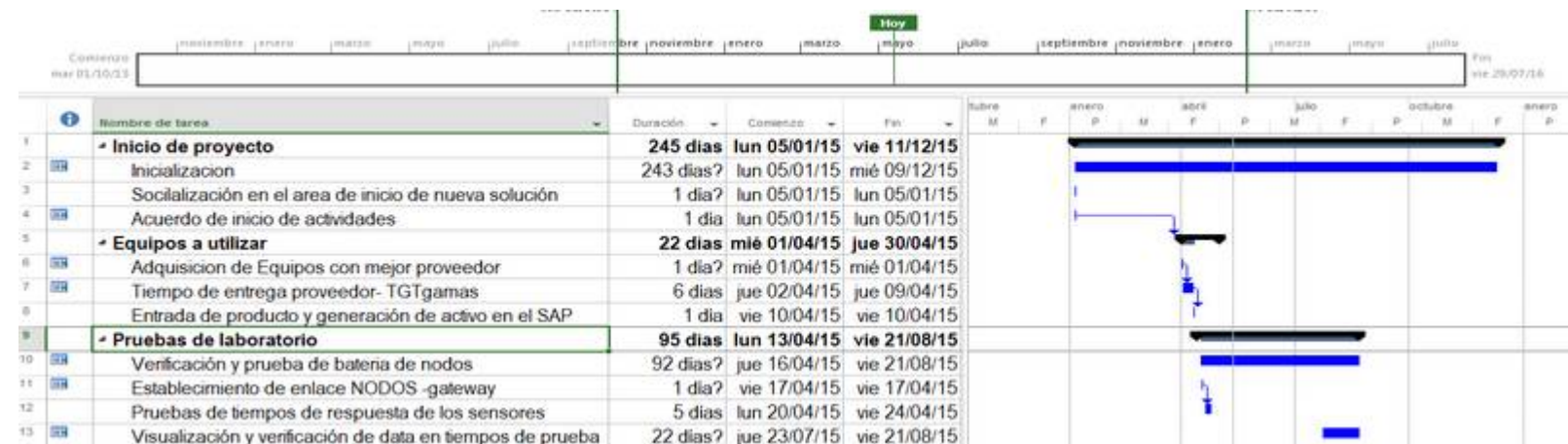
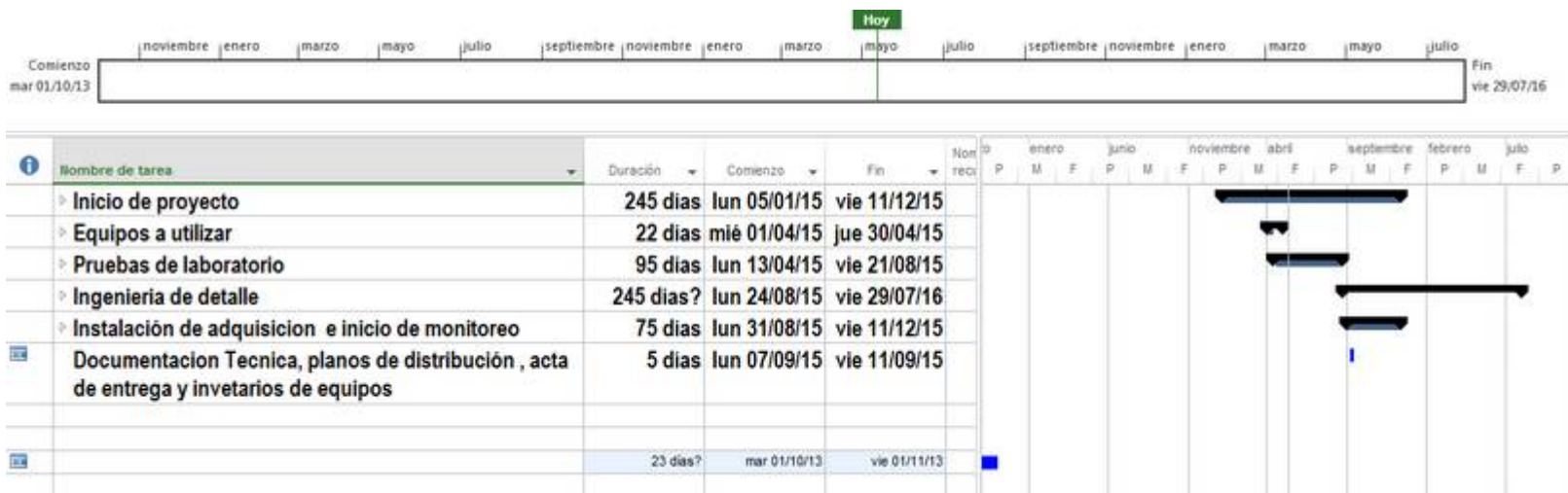




Ilustración 12 Cronograma actividades

14. RIESGOS

- Diseño del sistema con una especificación técnica muy alta que pueda incrementar los costos del proyecto.
- Adquisición y compra de instrumentos y materiales que no cumplan con las normatividades, condiciones ambientales, y requerimientos técnicos para la instalación y ejecución del sistema.
- Instrumentos sin las garantías requeridas.
- Reducción del tiempo inicial contemplado para la ejecución de proyecto
- Retrasos por falta de equipos, materiales y suministros a ser instalados en el proyecto
- Renuncia de personal profesional involucrado en el diseño, desarrollo y ejecución del proyecto, causando inconvenientes en la entrega del proyecto.
- Aumento de costos por cambio en especificación de equipos y los denominados adicionales.

Para realizar la mitigación y control de los riesgos causados por diferentes situaciones, se tienen en cuentas las siguientes medidas de aseguramiento para llevar a cabalidad correctamente y en el tiempo estipulado el proyecto:

- Realizar visitas a campo donde se evalúen y contemplen los requerimientos técnicos, ambientales y de operación para el proyecto.
- Formación del personal para ejecutar el proyecto.
- Revisión detallada de las especificaciones técnicas de los diversos instrumentos y equipos ofrecidos por el proveedor.
- Planeación correcta de tiempos de entrega de materiales requeridos (por parte del departamento de compras), revisar cantidades y que técnicamente cumplan con las especificaciones.
- Mejora continua en el proceso de construcción para minimizar las garantías presentadas por los clientes.

INGENIERÍA BÁSICA

15. DIAGRAMA EN BLOQUES DEL CENTRO DE RECEPCION DE NODOS

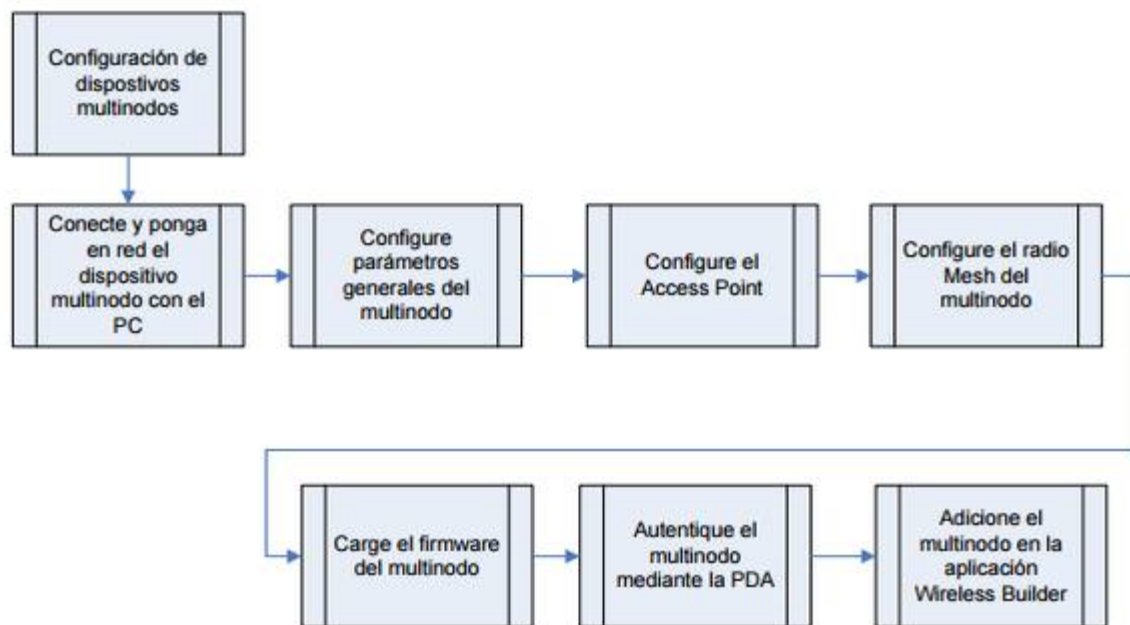


Ilustración 13 Descripción nodo principal

16. NARRATIVA DEL PROCESO

INGENIERÍA DE DETALLE

LED Indicador (color)	Indicación
Power (Verde)	Indica que la unidad esta energizada.
WAN (Amarillo)	Indica que la unidad tiene una conexión de red cableada en el puerto WAN1. Puede estar prendido o parpadeando. Apagado significa que no hay conexión.
WLAN1 (Amarillo) Radio AP	Indica que hay información pasando a través del radio AP. Puede estar prendido o parpadeando. Apagado significa que el radio esta deshabilitado.
WLAN2 (Amarillo) Radio Mesh	Indica que hay información pasando a través del radio Mesh. Puede estar prendido o parpadeando. Apagado significa que el radio esta deshabilitado.
WAN SS (Verde) Potencia de la señal del radio Mesh	Indica la calidad de la señal de conexión del radio Mesh. • LED apagado: no hay conexión con la malla o la señal es muy pobre. • LED parpadea aprox. 1s: hay conexión pero la calidad de la señal es pobre. • LED parpadea rápido: hay conexión con la malla y la calidad de la señal es buena. • LED prendido continuamente: hay conexión y la calidad de la señal es excelente.
FIPS / MODE (Rojo)	Indica el estado del multinodo dependiendo si está configurado como multinodo o WGS. • WSG-Led parpadea: el WSG no está cargado como Gateway desde la aplicación Wireless Builder. • WSG-Led prendido continuamente: el WSG esta cargado y corriendo. El WSG ha sido configurado en la aplicación Wireless Builder. • Multinodo: el comportamiento del led es indeterminando.

Tabla 2 Detalle Físico del nodo principal

En la tabla se puede observar que el radio cuenta con seis leds que indican el estado del dispositivo.

Para alimentar el dispositivo multinodo, toca conectar a una tensión de 224 VDC, el cable rojo y verdes se conectan al dispositivo de la fuente y los cables negro y blanco al común de la fuente.

Para la configuración inicial se usa el cable Ethernet marcado con la etiqueta WAN 1, este se conecta al computador que hará de servidor. Se debe verificar que el computador este en red con el dispositivo multinodo. El equipo multinodo tiene por defecto la dirección IP 192.168254.254

con mascara 255.255.255.0.

Configuración de los parámetros de multinodo

Para acceder a la página de configuración de los parámetros del multinodo se hace por medio de internet Explorer usando la dirección respectiva en este caso la IP 192.168.254.254 debe mostrar a continuación.



The image shows a web interface for the 'Honeywell Multinode Configuration Tool'. At the top, the title 'Honeywell Multinode Configuration Tool' is displayed in red and black, with 'Version 4.2 Build 0.8' below it. The login section includes a 'Username:' label followed by a text input field, a 'Password:' label followed by a text input field, and a checkbox labeled 'I agree to the terms and conditions below.' Below the checkbox is a 'Sign In' button. At the bottom, there is a 'Terms and Conditions:' section with the text 'This device is for authorized use only. Any unauthorized use of this product is prohibited.' and a copyright notice '© Copyright Honeywell International Inc. 2008. All rights reserved.'

Ilustración 14 Interfaz nodo principal

Inicialmente se usa como username “CryptoOfficer” y como password “CryptoFIPS” ambos son sensibles a las mayúsculas y es recomendable cambiarlos por seguridad.

Se selecciona la opción I agree to terms and condition below. Y luego se da clic en Sign in debe aparecer la pagina

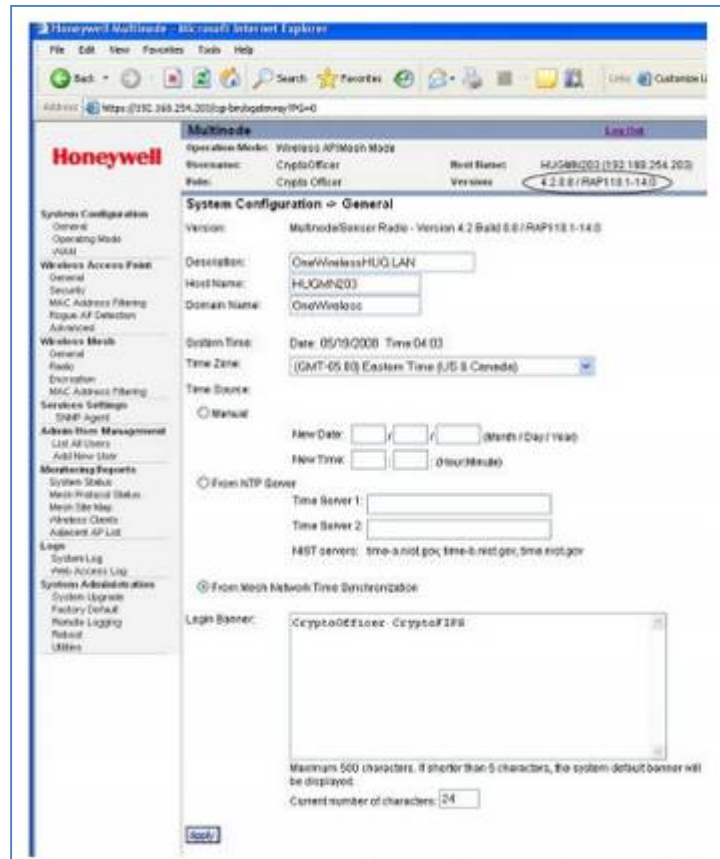


Ilustración 15 Operación de la interfaz

En la ventana siguiente se configura el radio que tiene el dispositivo multinodo, después de configurarlo y activarlo también se puede seguir la configuración por medio inalámbrico.

Honeywell

Multinode [Logout](#)

Operation Mode: Wireless AP/Mesh Mode
 Username: CryptoOfficer Host Name: HUGMN203 (192.168.254.203)
 Role: Crypto Officer Version: 4.2.0.6 / RAP110.1-14.0

System Configuration
 General
 Operating Mode
 WAN

Wireless Access Point
 General
 Security
 MAC Address Filtering
 Rogue AP Detection
 Advanced

Wireless Mesh
 General
 Radio
 Encryption
 MAC Address Filtering
 Services Settings
 SNMP Agent
 Admin User Management
 List All Users
 Add New User

Monitoring Reports
 System Status
 Mesh Protocol Status
 Mesh Site Map
 Wireless Clients
 Adjacent AP List

Wireless Access Point -> General

MAC Address: 00 0B 6B 0A 45 8C (WistronNew)
 SSID: HUG_WAP
 Wireless Mode: 802.11g
 Channel No: 11 (2.462 GHz) [Select the optimal channel](#)
 Automatically select the optimal channel at bootup: No
 Tx Power Mode: Auto Fixed Power Level: 5

Advanced

Beacon Interval: 100 (Range: 20-1000)
 RTS Threshold: 2346 (Range: 1-2346)
 DTM: 1 (Range: 1-255)
 Basic Rates: 1, 2, 5.5, 11, 6, 12, 24 Mbps
 Preamble: Long Preamble
 Broadcast SSID: Enable

[Apply](#)

Ilustración 16 Parámetros a configurar

En la ventana se muestra la Mac del radio llamado ACCES POINT. Los parámetros a configurar son:

SSID: Es el nombre del radio Acces Point

Wireless Mode. Configura el tipo de red inalámbrica. Se recomienda usar el estándar 802.11g.

Channel: Selecciona la frecuencia con la que va a trabajar este radio. Hay 2 tipos de selección de frecuencia manual o automático. El equipo además muestra la mejor frecuencia o la menos congestionada si se selecciona la opción Select the optimal channel mostrando un diagrama de ocupación de frecuencia

Tx Power Mode: Esta opción prende o apaga el radio Acces point y tiene 8 niveles de potencia de transmisión de la señal. El indicador led marcado como WAN 1 se prende si el radio esta encendido y si parpadea es indicación de que hay transmisión de datos mediante este radio

Los parámetros avanzados se usan para el ajuste de la señal de este radio se recomienda dejar los

mostrados por defecto, excepto el Broadcast del SSID, este se recomienda apagarlo para que no haya radiodifusión de esta señal para cualquier equipo.

Los parámetros llamados security y MAC address filtering permiten configurar la seguridad de este radio como cualquier dispositivo WI-FI.

Cuando se han realizado todos los cambios seleccionar Apply para guardar los cambios.}

Honeywell

Multinode [Log Out](#)

Operation Mode: Wireless AP/Mesh Mode
 Username: CryptoOfficer
 Roles: Crypto Officer
 Host Name: HUGMN203 (192.168.254.203)
 Version: 4.2.0.8 / RAP110.1-14.0

Wireless Mesh -> General [Monitor Linked Nodes](#) [Monitor All Nodes](#)

Mesh Mode: ☐ Manual Mesh ☒ Auto Mesh

SSID:

Max Direct Links: (1-40)

Mesh Priority: (1-65535)

RSSI window size: (1-100) [Help](#)

Signal Strength Threshold: [Help](#)

Link Sensitivity: [Help](#)

Broadcast SSID:

[Apply](#)

Signal Strength MAC:

[Set](#)

Remote AP's MAC Address				
Index	BSSID	Signal Strength	Link Status	Description

© Copyright Honeywell International Inc. 2008. All rights reserved.

Ilustración 17 Estado de tráfico

Como se observa en la imagen el canal se está usando para hacer mallas de comunicación entre dispositivos de comunicación entre dispositivos multinodo, esto es una ventaja en estos equipos ya que promedia todo el tráfico de datos de los transmisores y crea redundancias para la

seguridad de los datos.

Se recomienda para este radio usar el estándar 802.11^a, usar seguridad WPA 2 si hay transmisiones de datos este LED parpadea y la potencia de esta señal se visualiza con el led marcado como WAN SS con el siguiente funcionamiento del led

LED APAGADO: No hay señal de la malla o es demasiado baja

LED PARPADEA POR APROXIMACIÓN 1 SEGUNDO: Indica que hay conexión pero la señal es pobre.

LED PARPADEA RAPIDO: Hay conexión y la calidad de la señal es buena

LED ENCENDIDO CONTINUAMENTE: Hay conexión y la calidad de la señal es excelente.

17. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN

Tabla de distribución Instrumentación- tecnología para proyectos de perforación de campos petroleros.		
Instrumentación a utilizar	Tipo de tecnología a utilizar (Protocolo)	El porque de su Uso
Presión (Transmisor Rosemount)	Hart sobre Profibus DP - RS 485	Se utiliza, por su flexibilidad en la adaptación con otras tecnología, Se utiliza hart con la finalidad de mantener mayor control de estas variables por su importancia en la perforación su alta velocidad (12 Mbps) nos permite mejor monitoreo de las variables
Hookload (galga de tensión)		
Torque (transmisor de torque 4-20 mA)		
Tanque # 1 (sensores ultrasonicos siemens)	Wireless Hart (4-20mA)	Los tiempos cortos que nos brinda el contratista para el montaje hace que el tendido sea engorrozo, el cableado es dispendioso por la ubicación de los sensores costos de implementación
Tanque # 2 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 3 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 4 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 5 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 6 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 7 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 8 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 9 (sensores ultrasonicos siemens)		
Tanque # 10 (sensores ultrasonicos siemens)		
Temperatura de salida (pt 100)	Wireless Hart (4-20mA)	Cableado dispendioso por la ubicación de los sensores, control historico de la información, mayor control de activos
Temperatura de entrada (pt 100)		
Peso de lodo entrando (Transmisor de presión siemens Diferencial 4-20mA)		
Peso de lodo saliendo (Transmisor de presión siemens Diferencial 4-20mA)		
Bomba Slt 1 (sensor inductivo turck)	Tecnología de monitoreo ZIGBEE- RS 485	sensores inductivos, monitoreo de bajo perfil
Bomba slt 2 (sensor inductivo turck)		
Bomba slt 3 (sensor inductivo turck)		
Encoder (profundidad)	Hart sobre Profibus DP - RS485	Se utiliza, por su flexibilidad en la adaptación con otras tecnología, Se utiliza hart con la finalidad de mantener mayor control de estas variables por su importancia en la perforación.
Rpm (sensor inductivo turck)	Tecnología de monitoreo ZIGBEE-modbus	sensores inductivos, monitoreo de bajo perfil
Rpm rotaria (sensor inductivo turck)		
Sensor de CO2 (detector de gas Ultimax)	Wireless Hart (4-20mA)	Sensores que por su ubicación están expuestas en zona Ex, engorrozo cableado y su exposición a los vapores que se emiten es mejor tener control remoto para sus mantenimientos
Sensor de Total gas (detector de gas Ultimax)		
Sensor de H2S (detector de gas Ultimax)		

Tabla 3 Instrumentación a utilizar para la distribución en proyecto de perforación

18. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SOLUCIÓN

Instrumentación Inalámbrica:

Cuando hablamos de este tipo de tecnología nos dirigimos directamente a lo rápido y fácil que este debe ser a la hora de hacer un montaje en campo para iniciar con su monitoreo, y la reducción en los costos que este trae a la operación pero es bueno determinar las ventajas y desventajas, la siguiente tabla nos ayuda hacer esa comparación entre ambas partes:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Debido a que la instrumentación se comunica por radio frecuencia usando protocolos IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, y IEEE 802.11g, en la bandas de 2,4 GHZ y 5,8 GHZ, por esta razón no es necesario de tendido de cable para transportar la señal, ni tampoco alambrado de alimentación ya que los instrumentos trabajan con baterías no recargables que duran hasta 10 años.	La potencia de transmisión y el rango de cobertura son afectados cuando existen obstáculos entre el instrumento y el radio multinodo que impiden tener una línea de vista directa, si el obstáculo es muy grande puede ocasionar que el radio y el instrumento no se comuniquen.
La Cobertura de difícil acceso, son ideales para medir en lugares donde su instalación y mantenimiento son muy costosos	Si la base de datos del servidor donde se encuentra almacenada toda la información de configuración y las llaves de seguridad de los dispositivos es dañada o borrada o si el servidor es desconectado del WSG, el WSG no

	se podrá comunicar con los transmisores en campo, cuando las base de datos es dañada o borrada se debe hacer de nuevo todo el proceso de configuración desde el principio
Gracias a que la instrumentación no necesita cable se eliminan algunos costos de cable y la montura de los instrumentos será más rápida ya que lo de antes tomaba largos tiempos y días, ahora solo con varios minutos y unas cuantas horas se instalara la instrumentación en el lugar deseado y registrar de forma fácil las variables	Debido a que la información llega primero al radio multinodo y luego a los demás dispositivos de monitoreo, esta instrumentación no se recomienda para hacer control en zonas críticas debido al retardo que tiene la información para llegar al dispositivo de control de monitoreo, ya que este retardo puede ocasionar que no se logre llevar en tiempo real el proceso
Debido a la variedad de transmisores inalámbricos ofrecidos por Honeywell se pueden conectar diversos sensores para nuestro caso sensores de 4 a 20 mA, de aquí parte que se pueden conectar computadores de manera inalámbrica para la configuración de los equipos multinodo y los transmisores como tal.	

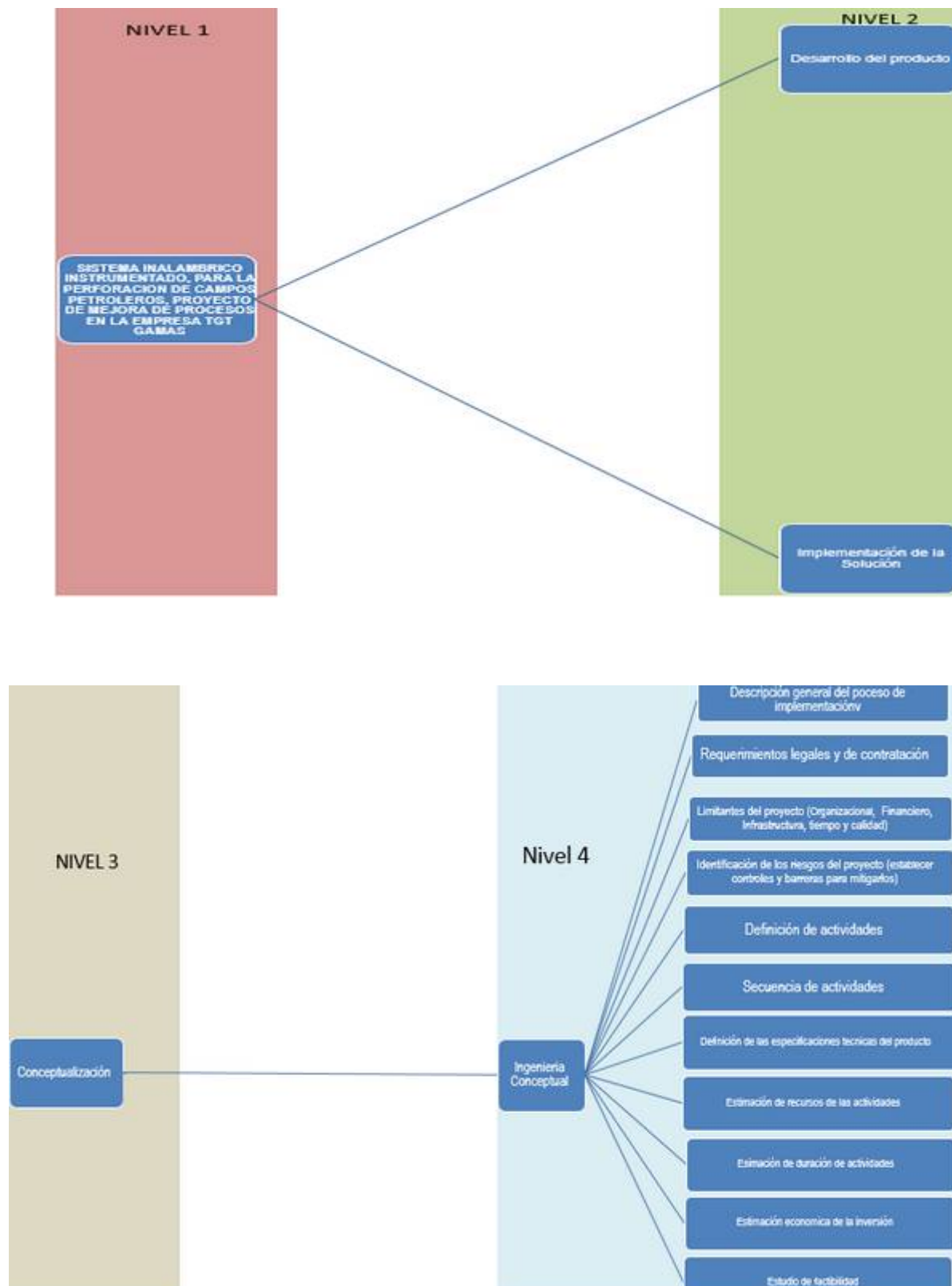
Tabla 4 Instrumentación a utilizar para la distribución en proyecto de perforación

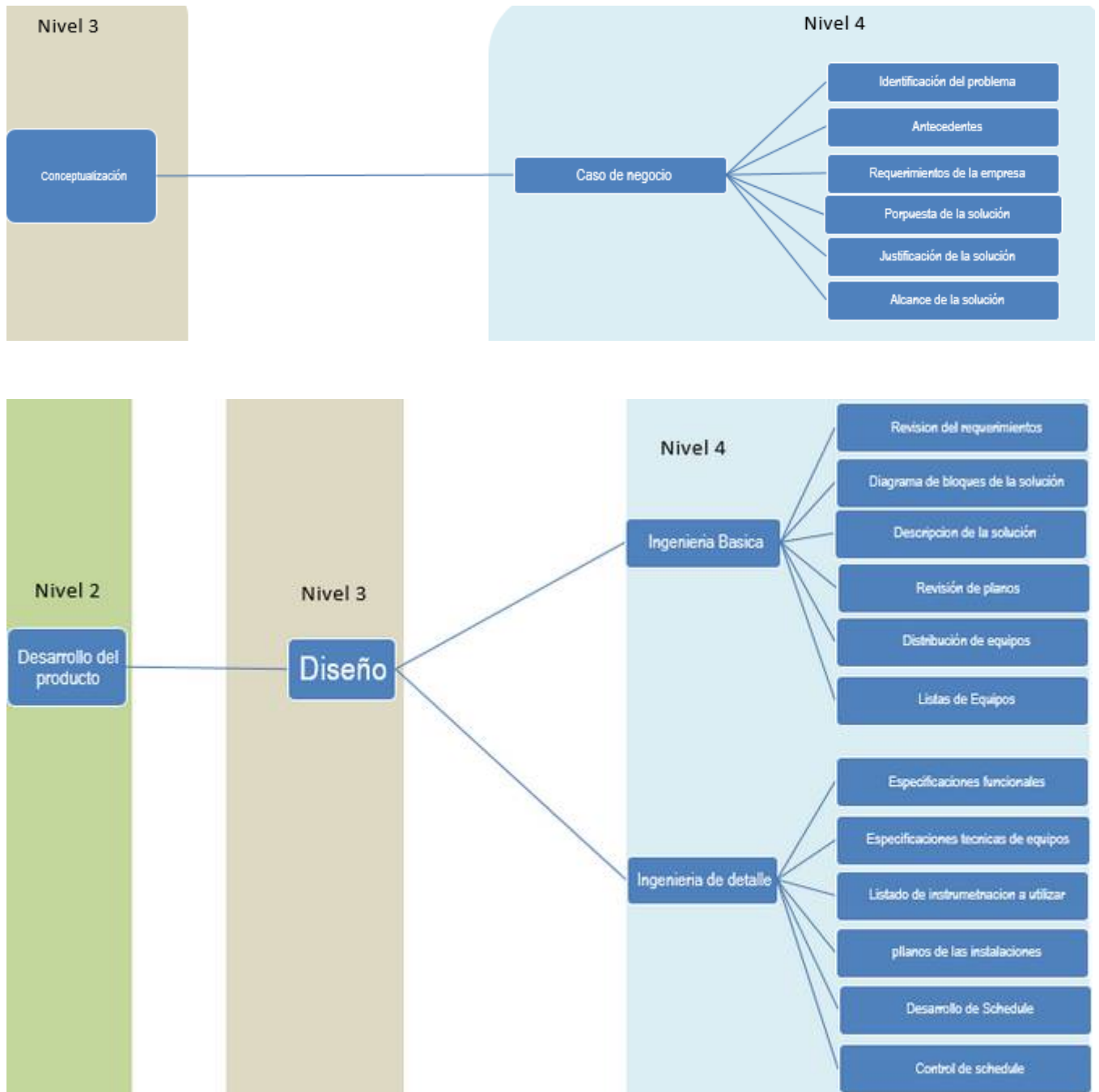
19. ASIGNACIÓN DE RECURSOS

NIVEL 1	NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4
SISTEMA INALAMBRICO INSTRUMENTADO, PARA LA PERFORACION DE CAMPOS PETROLEROS, PROYECTO DE MEJORA DE PROCESOS EN LA EMPRESA TGT GAMAS (Director de Proyecto)	Desarrollo del Producto (Director de proyecto y grupos de trabajo E y S)	CONCEPTUALIZACIÓN	Caso de negocio	Ingeniero electronico responsable, tecnicos de campo	Ingeniero electronico del proyecto, Ingenieros Geologos y ingenieros de petroleo
			Ingenieria Conceptual / Requerimientos		
		DISEÑO	Ingenieria Basica		
			Ingenieria de Detalle		
SISTEMA INALAMBRICO INSTRUMENTADO, PARA LA PERFORACION DE CAMPOS PETROLEROS, PROYECTO DE MEJORA DE PROCESOS EN LA EMPRESA TGT GAMAS (Director de Proyecto)	Implementacion de la Solucion (Técnicos de campo)	IMPLEMENTACIÓN (Técnicos electronicos de campo)	Procura / Suministro	Instrumentación (Departamento de ingenieria electronica y sistemas)	EPP'S requeridos, multimetro digital, PC servidor (Instalación software, licencias) con caracteristicas avanzadas para equipos de ingenieria, adaptadores inalambricos, sensores wireless, cable de instrumentación, Gateways (Personal operativo en campo), HMI'S
			Adecuacion		
			Montaje (Tecnico de campo)	Herramientas para la implementación (Técnicos de campo y electronico responsable)	Amarres, pelacables, ponchadora (Tecnico electronico)
			Arranque / Pruebas (Tecnico de campo y Departamento de sistemas)	Tecnico Electronico de campo	Disponibilidad 24h de tecnico para labor
			Puesta en servicio (Tecnico de campo)	Software y licencias (Departamento de E y S)	Windows 7 32 bits, Antivirus NOTE 32, software de configuracion para la asignación de Ip de nodos o Gateway, software asignado para la visualización de graficas
		OPERACIÓN (Personal de campo Geologos y Adt)	Soporte (Tecnico de campo)	Entrenamiento personal de campo (Director de Proyecto)	Cursos de RIG PASS, Capacitación de sensores e instrumentación personal (Ejecutar certificación)
			Garantía (Ingeniero electronico Bogota)		
			Capacitacion (Director de proyecto)		
			Documentacion(Director de proyecto)		
			Entrega (Director de proyecto y tecnicos de campo)		

Tabla 5 WBS de recursos

20. ARBOL DE TAREAS





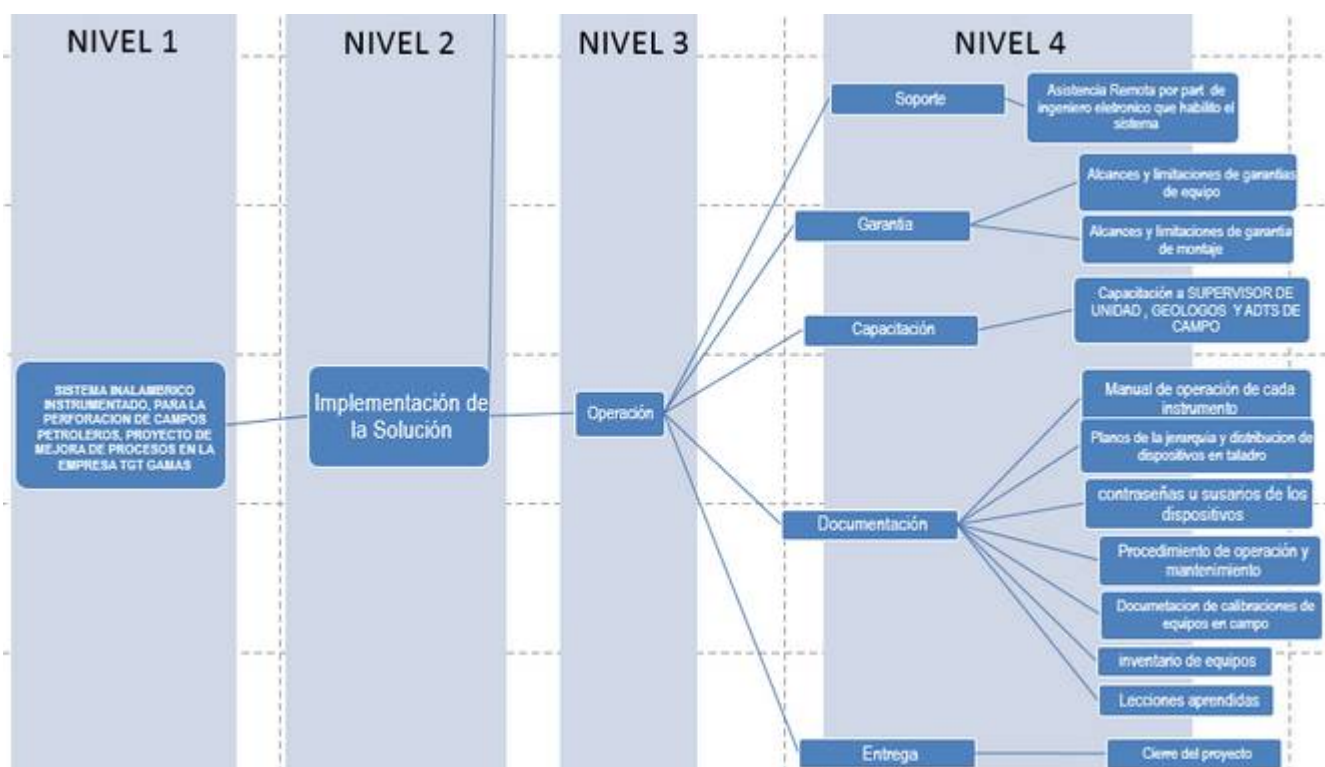
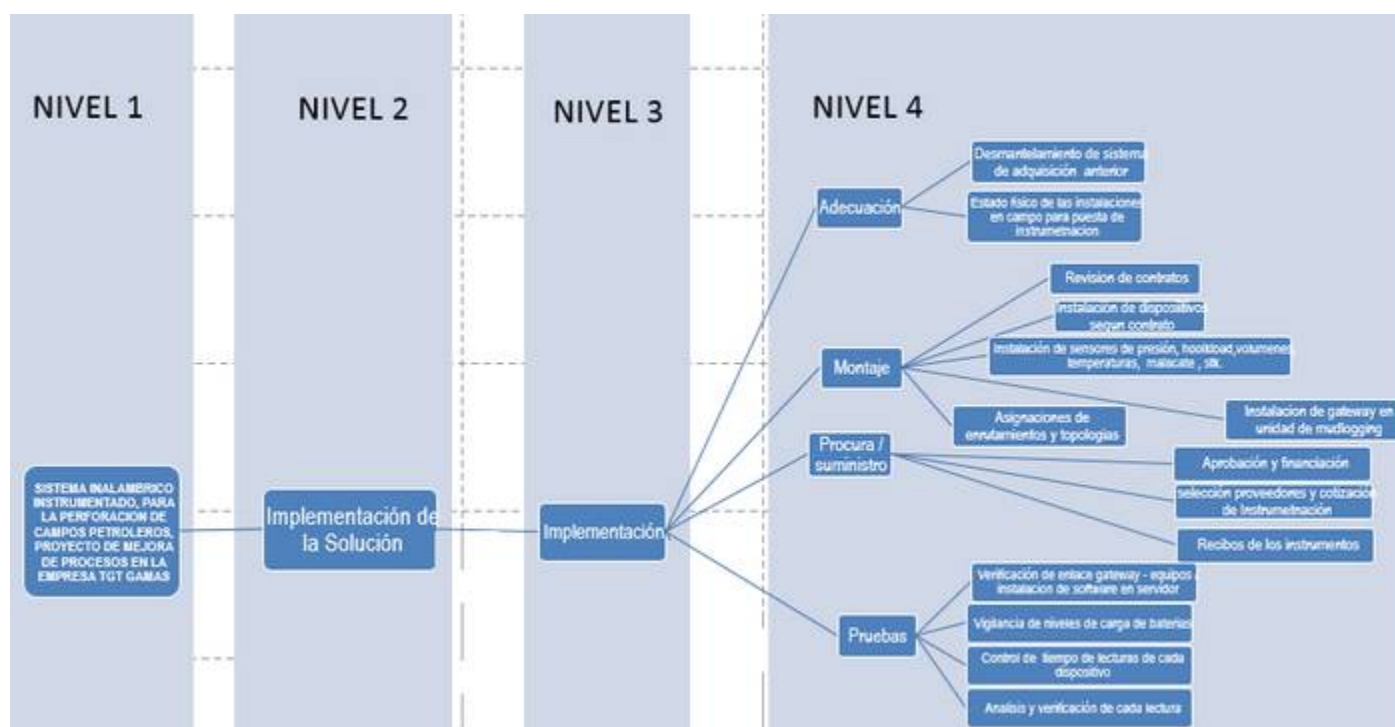


Ilustración 18 Árbol de tareas del proyecto

21. COSTOS DEL PROYECTO

CABLEADA	Cantidad	Precio unitario (pesos)	Total (pesos)
cableado para la instrumentación (tramos x30mtrs)	20	180000	3600000
caja de conexiones	1	2300000	2300000
tramos multicord caja conexiones -ADQ	1	4932932	4932932
Caja de adquisición de datos diseñado personal	1	18000000	18000000
sensor de volumen	8	2780000	22240000
Galga de tensión	1	6700560	6700560
sensor de presión	1	5400000	5400000
sensor de temperatura	2	2470000	4940000
sensores inductivos para entradas digitales	4	978000	3912000
sensor de presión diferencial	1	7800000	7800000
TOTAL COSTO ACTUAL DE IMPLEMENTACIÓN			79825492

Tabla 6 Costo aplicación actual

A continuación se presenta el costo para la propuesta de la implementación instrumentación inalámbrica, para esta relación se compara los costos actuales de operaciones a los cotizados y proyectados con el nuevo proyecto

Inalámbrico	Cantidad	Precio unitario (pesos)	Total (pesos)
Multinodo	1	14468872	14468872
transmisor de presión	1	6329584	6329584
transmisor de entradas analógicas	1	4932932	4932932
transmisor de temperatura	2	3920520	7841040
Transmisor de volumen	8	2870520	22964160
Transmisor de galga de tensión	1	8570320	8570320
Nodos inalámbricos de entrada digital	4	895570	3582280
Transmisor de presión diferencia inalámbrico	1	4875600	4875600
TOTAL COSTOS DE PROYECCIÓN			73564788

Tabla 7 Costo General del proyecto

En estos gastos actuales no van incluidos gastos de licencia de software, ni seguros ya que por

seguridad de la información de la compañía no fueron posibles encontrarlos

Dentro de la compra de los dispositivos van incluidos sus software de operación lo cual no genera costos externos al proyecto.

22. NEGOCIACION DEL PROYECTO

PRECIO DE VENTA MINIMO DEL PROYECTO

$$P_{PPPPPP} = \frac{\text{COSTO DEL PROYECTO}}{1 - \text{RENTABILIDAD MINIMA}}$$

PARA UNA RENTABILIDAD DEL 30%

$$P_{PPPPPP} = \frac{\$ 73.564.788}{1 - 0.3}$$

$$P_{PPPPPP} = \$ 105.092.554,3$$

PRECIO DE VENTA PÚBLICO

$$PPPPPP \text{ PP } PPPPP \text{ PPPPPPP} = \frac{\text{PRECIO DE VENTA MINIMO}}{1 - \text{DESCUENTO}}$$

PARA UN DESCUENTO DEL 10%

$$PPPPPP \text{ PP } PPPPP \text{ PPPPPPP} = \frac{\$ 105.092.554,3}{1 - 0.1}$$

$$PPPPPP \text{ PP } PPPPP \text{ PPPPPPP} = \$ 116.769.504,8$$

Mínimo días de un proyecto de perforación	Costo día a cobrar (pesos)	TOTAL
15	2800000	42000000
Sueldo de Ingenieros de administradores del monitoreo	950000	14250000
Transportes de ingenieros a campo trayecto ida y regreso	2500000	2500000
Costo de herramienta a usar para la realización del proyecto	1100000	1100000
Suministros externos que requieran su uso en el proyecto	4000000	4000000

VALOR NETO RECIBIDO POR PROYECTO REALIZADO	20150000
--	----------

Proyectos necesarios para recuperar inversión del proyecto	80600000
4	

Tabla 8 Soporte de la recuperación de la inversión

Bibliografías

- <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=isntrumetnacion%20inalambrica>
- http://www.isa-spain.org/images/biblioteca_virtual/rt0411%20-%20instrumentaci%C3%ADn%20sin%20hilos.pdf
- <http://www.clubdarwin.net/seccion/tecnologia/mejora-de-los-sistemas-scada-con-el-uso-de-la-instrumentacion-inalambrica>
- <http://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2009/GLM09/>
- ww2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00840-0409-4180.pdf