



FACULTAD DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**PROYECTO BASADO EN EL ESTÁNDAR DE LA GUÍA PMBOK® DEL PROJECT
MANAGEMENT INSTITUTE (PMI®) DE MEJORA DE LA MEDICIÓN DE PRUEBAS
DE POZOS PRODUCTORES DE PETRÓLEO EN LA PLATAFORMA “R” DEL
CAMPO AUCA.**

Profesor

Santiago Cartagena

Autores

**Jhonny Garrido
Jonathan Reyes**

2023 – 2024

RESUMEN

Este trabajo de titulación se centra en la implementación de una Unidad de Medición Multifásica Fija Dual en la plataforma AUCA "R" del Campo Auca operado por EP PETROECUADOR, siguiendo el estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) Sexta Edición.

El objetivo principal es optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando la eficiencia y superando las limitaciones de la técnica de medición actualmente usada. Como parte de la estrategia de desarrollo del campo se ha visualizado seguir perforando pozos en la zona, esta condición visibiliza aún más la necesidad de mejorar el sistema de medición de pruebas de pozo.

Se analizaron y compararon diversas alternativas, seleccionando la Unidad Multifásica Dual por su capacidad para ofrecer mediciones precisas en tiempo real, reduciendo los costos operativos y de fácil mantenimiento. La viabilidad del Proyecto se determinó por medio del análisis de indicadores financieros concluyéndose la solidez y rentabilidad de este.

Este proyecto está alineado a los objetivos estratégicos empresariales y puede ser considerado como una opción para replicar esta tecnología en otras plataformas con similares condiciones.

Para el desarrollo del Proyecto se propone un Plan de Gestión Integral de las áreas del conocimiento, abarcando la planificación del alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, interesados, comunicaciones, riesgos y adquisiciones para aplicar desde las fases de Inicio y planificación hasta la de ejecución, monitoreo y control, y de cierre del Proyecto.

ABSTRACT

This thesis focuses on the implementation of a Dual Fixed Multiphase Measurement Unit on the AUCA "R" platform in the Auca Field operated by EP PETROECUADOR, following the guidelines of the PMBOK® Guide, Sixth Edition, from the Project Management Institute (PMI®).

The primary objective is to optimize the accuracy and continuous monitoring of tests on oil-producing wells, thereby improving efficiency and overcoming the limitations of the currently employed measurement techniques. As part of the field development strategy, there are plans to continue drilling wells in the area, highlighting the necessity to upgrade the well test measurement system.

Various alternatives were analyzed and compared, leading to the selection of the Dual Multiphase Unit due to its ability to provide accurate real-time measurements, reduce operational costs, and offer ease of maintenance. The project's feasibility was determined through financial indicator analysis, confirming its robustness and profitability.

This project aligns with the company's strategic objectives and can be considered for replication on other platforms with similar conditions.

For the development of the project, an Integrated Management Plan is proposed, covering knowledge areas including scope planning, schedule, cost, quality, resources, stakeholders, communications, risk, and procurement management, to be applied from the initiation and planning phases through execution, monitoring and control, and project closure.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN: DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Análisis de la industria o sector	4
1.1.2. Análisis de Factores internos y externos de la empresa	7
1.1.3. Identificación del Estado actual y estado futuro.....	11
1.1.4. Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo general	16
1.2.2. Objetivos específicos.....	16
2. CAPÍTULO II CASO DE NEGOCIO DEL PROYECTO Y SU VIABILIDAD	17
2.1.1. Instalación de dos tanques de prueba adicionales	19
2.1.2. Instalación / Construcción de una Línea de Prueba de 6 pulgadas hacia el Separador de la Estación AUCA SUR.....	27
2.1.3. Instalación de unidad fija de medición multifásica Vx Dual.....	33
2.1.4. Instalación de un separador de prueba	39
2.1.5. Matriz de selección	48
2.1.6. Alternativa seleccionada.....	49
2.2. Análisis Económico.....	50
2.2.1. Oferta y Demanda del Proyecto.....	50
2.2.2. Impacto del proyecto en la Empresa	52
2.3. Análisis Financiero.....	53
2.3.1. Viabilidad.....	54
3. CAPÍTULO III	56
PROCESOS DEL PROYECTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI®-PMBOK® v6.....	56
3.1. Acta de Constitución del Proyecto	56
3.2. Registro y análisis del involucramiento de los interesados.....	61
3.3. Gestión de Integración del proyecto.....	62
3.3.1. Ciclo de vida del proyecto.....	63

3.3.2.	Gestión Integrada de cambios.....	65
3.3.3.	Registro de Lecciones Aprendidas.....	67
3.3.4.	Cierre del Proyecto.....	68
4.	CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO ALINEADO AL ESTANDAR DEL PMI®-PMBOK®V6.....	69
4.1.	Planificación de la Gestión del alcance.....	69
4.1.1.	Enunciado del alcance.....	69
4.1.3.	Matriz de trazabilidad de requisitos.....	72
4.1.3.	EDT.....	73
4.1.4.	Diccionario de la EDT.....	75
4.2.	Planificación de la Gestión del cronograma.....	84
4.2.1.	Cronograma.....	87
4.3.	Planificación de la Gestión del costo.....	90
4.3.1.	Presupuesto.....	93
4.3.2.	Curva S.....	95
4.4.	Planificación de la gestión de la calidad.....	96
4.5.	Plan de la Gestión de los Recursos.....	104
4.6.	Planificación de la Gestión de Interesados.....	116
4.6.1.	Registro de los Interesados.....	117
4.6.2.	Matriz poder/interés.....	118
4.6.3.	Nivel de Compromiso de los Involucrados.....	119
4.6.4.	Plan de gestión de los interesados.....	120
4.8.	Planificación de la Gestión de los Riesgos.....	127
4.8.1.	Identificación de Riesgos.....	128
4.8.2.	Mapa de calor.....	132
4.8.3.	Matriz de Riesgos.....	133
5.	CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	140
5.1.	Conclusiones.....	140
5.2.	Recomendaciones.....	141
	ANEXOS.....	143

NDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz DOFA del proyecto</i>	8
Tabla 2 <i>Matriz Análisis de Factores Externos (MEFE)</i>	9
Tabla 3 <i>Matriz Análisis de factores externos (MEFI)</i>	10
Tabla 4 <i>Producción Promedio de Fluidos del PAD AUCA R</i>	12
Tabla 5 <i>Potencial de los pozos del PAD R</i>	14
Tabla 6 <i>Beneficios de la Instalación de Tanques Adicionales</i>	25
Tabla 7 <i>Riesgos asociados</i>	25
Tabla 8 <i>Costos asociados instalación de tanques adicionales</i>	26
Tabla 9 <i>Beneficios de la construcción de la línea de prueba</i>	31
Tabla 10 <i>Riesgos asociados</i>	31
Tabla 11 <i>Costos asociados construcción línea de prueba</i>	32
Tabla 12 <i>Riesgos asociados Unidad de Medición Multifásica Dual</i>	38
Tabla 13 <i>Costos asociados instalación unidad Vx Dual</i>	39
Tabla 14 <i>Beneficios de la instalación del separador de prueba</i>	45
Tabla 15 <i>Riesgos asociados</i>	46
Tabla 16 <i>Costos Asociados Instalación Separador de Prueba</i>	47
Tabla 17 <i>Cuadro Comparativo Alternativas y Ponderación</i>	48
Tabla 18 <i>Costo remediación evento ambiental estándar</i>	51
Tabla 19 <i>Flujo de Caja del Proyecto</i>	53
Tabla 20 <i>Acta de Constitución del Proyecto</i>	56
Tabla 21 <i>Interesados Identificados</i>	62
Tabla 22 <i>Plan de Gestión del Alcance</i>	69
Tabla 23 <i>Matriz de trazabilidad de requisitos</i>	72
Tabla 24 <i>Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)</i>	75
Tabla 25 <i>Plan de Gestión del Cronograma</i>	84
Tabla 26 <i>Cronograma del Proyecto</i>	87
Tabla 27 <i>Plan de Gestión del Costo</i>	90
Tabla 28 <i>Listado de Costos del Proyecto</i>	91
Tabla 29 <i>Presupuesto del proyecto</i>	93

Tabla 30 <i>Plan de Gestión de la Calidad</i>	96
Tabla 31 <i>Línea Base de la Calidad</i>	99
Tabla 32 <i>Plan de Gestión de los Recursos</i>	104
Tabla 33 <i>Identificación de los Recursos del Proyecto</i>	106
Tabla 34 <i>Definición de Funciones y Obligaciones</i>	107
Tabla 35 <i>Matriz de Recursos</i>	111
Tabla 36 <i>Plan de Gestión de los Interesados</i>	116
Tabla 37. <i>Registro de los Interesados y sus Expectativas</i>	117
Tabla 38 <i>Matriz poder/ interés</i>	119
Tabla 39 <i>Compromiso de los interesados</i>	120
Tabla 40 <i>Estrategias para la gestión de los interesados</i>	120
Tabla 41 <i>Plan de Gestión de las Comunicaciones</i>	122
Tabla 42 <i>Matriz de Comunicaciones</i>	125
Tabla 43 <i>Plan de Gestión de Riesgos</i>	127
Tabla 44 <i>Registro de Riesgos del Proyecto</i>	128
Tabla 45. <i>Impacto y Probabilidad de los Riesgos en el Proyecto.</i>	130
Tabla 46. <i>Mapa de Calor de los Riesgos en el Proyecto</i>	132
Tabla 47 <i>Identificación de los Riesgos Críticos</i>	132
Tabla 48 <i>Acciones Planificadas para Gestionar los Riesgos</i>	133
Tabla 49 <i>Plan de gestión de adquisiciones</i>	137
Tabla 50 <i>Matriz de Adquisiciones</i>	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa Estructural del Campo Auca - Auca Sur</i>	2
Figura 2 <i>Campo Auca sección sísmica Este – Oeste</i>	3
Figura 3 <i>Análisis PESTAL</i>	4
Figura 4 <i>Matriz FODA</i>	7
Figura 5 <i>Árbol de problemas</i>	15
Figura 6 <i>Tanque de Prueba de 500BLS de capacidad</i>	19
Figura 7 <i>Medición con cinta de aforo desde la boca del tanque</i>	20
Figura 8 <i>Facilidades de Producción Plataforma R</i>	22
Figura 9 <i>Construcción de una Línea de Producción</i>	27
Figura 10 <i>Unidad Multifásica Vx</i>	33
Figura 11 <i>Partes de la unidad Vx</i>	34
Figura 12 <i>Rango operativo tamaño de garganta. Fuente SLB</i>	35
Figura 13 <i>Esquema de conexión de la unidad multifásica Vx Dual</i>	36
Figura 14 <i>Separador de Prueba convencional</i>	40
Figura 15 <i>Esquema del Proceso implementando Separador de Prueba</i>	41
Figura 16 <i>Modelo Predictivo del Proyecto</i>	63
Figura 17 <i>Flujograma gestión para solicitud de cambios</i>	66
Figura 18 <i>Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto</i>	74
Figura 19 <i>Diagrama de Gantt del Proyecto</i>	89
Figura 20 <i>Curva S programada</i>	95
Figura 21. <i>Matriz Poder / Interés de los involucrados</i>	118

LISTADO DE ABREVIATURAS

BLS = Barriles.

BFPD = Barriles de Fluido por día

BPPD = Barriles de Petróleo por día

BAPD = Barriles de Agua por día

MSCF = Miles de Pies cúbicos

WTI = West Texas Intermediate

API = American Petroleum Institute

BES = Sistema de Bombeo Electrosumergible

Tubing = Tubería de producción

Vacuum = Camión al vacío

ETAP = Software de Análisis y Simulación para sistemas eléctricos

EPP = Equipo de Protección Personal.

SGC = Sistema de Gestión de la Calidad.

ISO = Organización de Estándares Internacionales.

OSHAS = Serie de Evaluación de Seguridad y Salud en el Trabajo.

ASME = Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

FAT = Pruebas de aceptación de fábrica.

QC = Actividades de Calidad.

ITP = Plan de inspección y pruebas.

BSW = Corte de Agua.

RFP = Solicitudes de Propuestas.

RFQ = Solicitudes de Cotizaciones

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN: DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.1. Antecedentes

La cuenca subandina de la región amazónica ecuatoriana es una de las complejas e interesantes desde el punto de vista científico y económico. Se extiende de norte a sur hacia los límites con Colombia y Perú, entre la cordillera de Los Andes y los escudos guayanés y brasileño. (EP PETROECUADOR, 2013, p. 20).

A partir de 1972, la exportación se convirtió en el pilar fundamental de la economía ecuatoriana. Durante esa década, Ecuador experimentó un notable auge en las exportaciones de petróleo y productos agroindustriales, lo que impulsó significativamente los principales indicadores económicos del país. La renta generada por la venta internacional de petróleo fortaleció el sector externo y mejoró considerablemente la capacidad financiera del Estado ecuatoriano. (EP PETROECUADOR, 2013, p. 22).

En el año 1993, EP PETROECUADOR se convirtió a Empresa Pública, con la expedición del Decreto Ejecutivo N. ° 315, en abril de 2010 sobre la Constitución del 2008, cambiando su nombre a Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP Petroecuador. Con la implementación de este marco legal, la compañía petrolera se transformó de una estructura de holding a una entidad unificada, dotada de independencia administrativa y operativa, así como de patrimonio propio. (EP PETROECUADOR, 2013, p. 8).

Los datos presentados evidencian que pese a que Ecuador no es principal productor de petróleo en el mercado a nivel mundial, su economía depende en gran medida de este recurso. La renta petrolera ha sido esencial para financiar diversas áreas clave del país, incluyendo la política social, el sector laboral, la agricultura y la energía. (EP PETROECUADOR, 2013, p. 23)

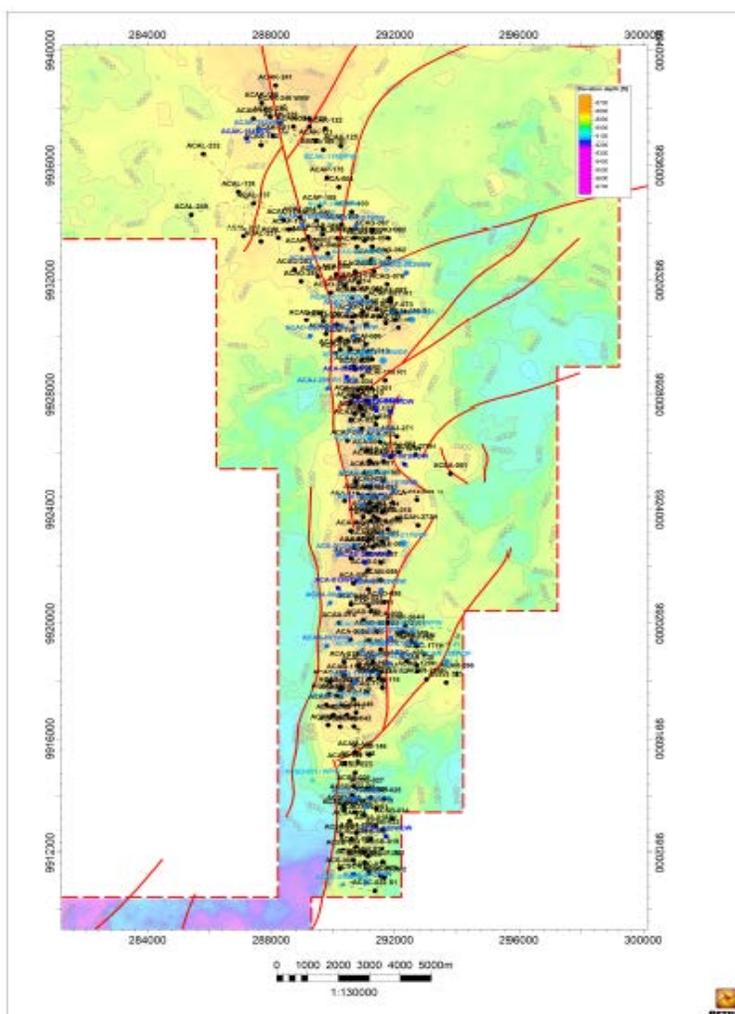
En la actualidad, el crudo exportado desde la Amazonía ecuatoriana, conocido como "Oriente", tiene un grado API promedio de 26°. Inicialmente, este crudo era más ligero, con 29° API, pero con el tiempo las reservas de este petróleo se han ido agotando. Además, Ecuador exporta crudo semipesado con un grado API de 19°, denominado "Napo". (EP PETROECUADOR, 2013, p. 23)

Campo Petrolero Auca – Auca Sur

El campo Auca – Auca Sur se descubrió con la perforación del pozo Auca 1 por la compañía Texaco – Gulf en el año 1970. Los principales reservorios de los cuales se obtiene la producción son Hollín (Hollín Superior y Hollín Inferior) y, de los reservorios “T” y “U” miembros de la Formación Napo. El campo Auca – Auca Sur constituye una estructura denominada anticlinal simétrico, que tiene una extensión aproximada de 28Km de longitud en dirección nor-noroeste – sur (NNO-S) como se muestra en la Figura 1. (Baby, et, alt., 2014, p. 368).

Figura 1

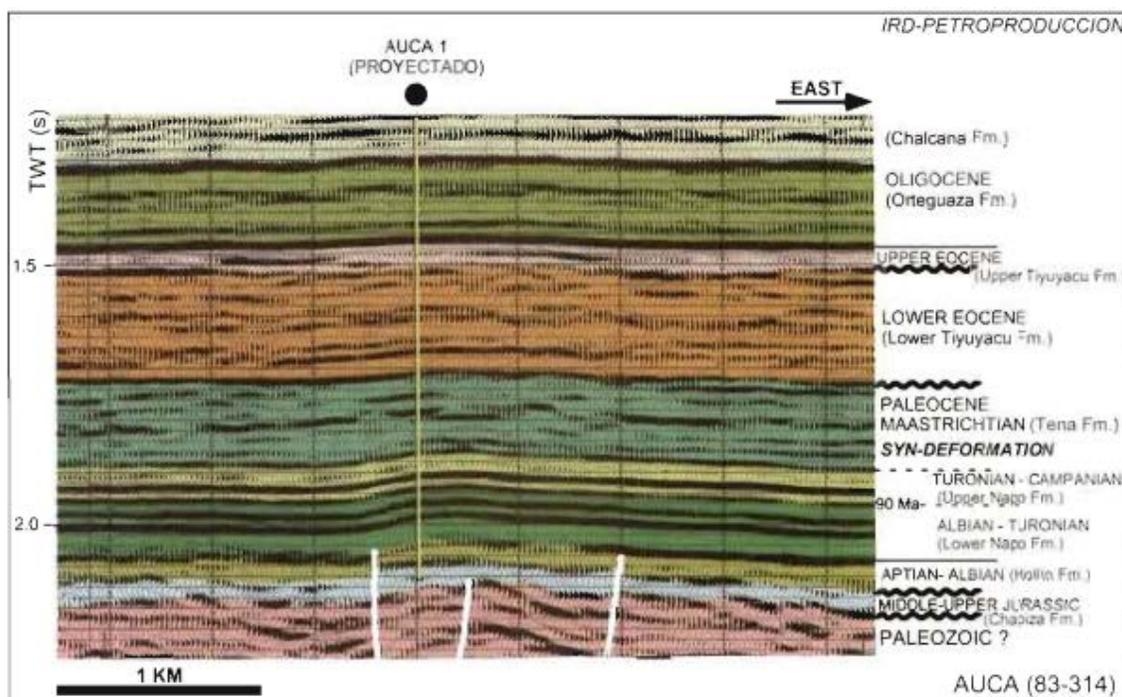
Mapa Estructural del Campo Auca - Auca Sur



La estructura Auca – Auca Sur tuvo su origen durante el Maastrichtiano – Paleoceno, esto se ha logrado evidenciar por ejemplo en la sección sísmica CP-83-314 mostrada en la Figura. 2, donde se puede apreciar la deformación sin-tectónica de los depósitos de la Formación Tena. (Baby, et, alt., 2014, p. 370).

Figura 2

Campo Auca sección sísmica Este – Oeste



Nota. El gráfico muestra la línea sísmica AUCA (CP-83-314). Tomado de *La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo* (p. 370), por Baby, et, alt., 2014.

Las presiones iniciales de reservorio fueron de 3.536 psia para el yacimiento Basal Tena, 4.141 psia para la arenisca U, 4.213 psia para la arenisca T y 4.500 para la arenisca Hollín; luego de 52 años de producción continua la presión ha caído a 1.500 psia, llegando hasta los 1.100 psia en algunos reservorios, por lo que se ha implementado proyectos de inyección de agua para recuperación secundaria en algunos reservorios. (Guerrero y Valencia, 2010, p. 1).

1.1.1. Análisis de la industria o sector

Industria Petrolera del Ecuador

El petróleo es el principal producto de exportación que contribuye al presupuesto del Estado, aproximadamente en el 10 % del PIB. El Ecuador inició la explotación de crudo en 1972 y a lo largo de los años de producción ha permitido desarrollar la economía y que sea considerado entre los países con mayores reservas de la región. Una parte de los ingresos petroleros se destina a la operación de la Empresa Pública Petroecuador encargada del manejo del recurso en las diferentes fases: exploración, explotación y refinación, transporte y comercialización de los derivados.

Aunque la producción del petróleo es fundamental en la economía del país, no se ha podido incrementar debido a la declinación propia de los reservorios y la limitada inversión en el descubrimiento y operación de nuevos campos.

Análisis PESTAL

Se utiliza el análisis PESTAL para describir a detalle el entorno externo donde se desarrolla el proyecto, este método descriptivo es usado para conocer los factores que pueden afectar o influir al mismo.

Figura 3

Análisis PESTAL



Factores Políticos

La intervención del gobierno puede influir significativamente en el funcionamiento y el rendimiento de la empresa. Esta influencia se ejerce a través de la implementación de leyes y políticas que el gobierno establece y aplica.

En el Ecuador creció la inestabilidad política debido a la declaración de la muerte cruzada en el mes de mayo del 2023 entre la Asamblea Nacional y el presidente de turno; obligando al cambio anticipado de esas funciones y creando incertidumbre en quienes serán los nuevos funcionarios que ocupen esos puestos y la corriente política que gobernará el país.

Factores Económicos

Los factores económicos abarcan una amplia gama de variables macroeconómicas, tanto a nivel nacional como internacional, impactando el utilidad de la empresa ya sea de manera positiva o negativa. Estos factores incluyen aspectos como el crecimiento económico, tasas de interés, inflación, tipo de cambio, y las políticas comerciales, entre otros.

El precio del petróleo del Ecuador se rige por el del crudo marcador WTI (West Texas Intermediate) que fluctúa constantemente por la oferta y la demanda mundial, las condiciones geopolíticas y climáticas. Desde el mes de agosto 2023 el precio se mantiene por encima de los 80 dólares por la alta demanda energética de países consumidores tras la pandemia.

Factores Sociales

Los factores sociales, tales como la cultura, los hábitos, los intereses y las preferencias individuales pueden influir positiva o negativamente en los resultados que la empresa espera alcanzar. Es importante tener en cuenta que estos aspectos sociales cambian con el tiempo y se presentan nuevas tendencias.

Están en incremento iniciativas sociales que fomentan la adopción de fuentes de energía renovable, la demanda de petróleo podría disminuir y, por lo tanto, el precio también podría verse afectado, disminuyendo la rentabilidad y poniendo en riesgo la ejecución de muchos proyectos en la Industria.

La empresa mantiene buenas relaciones con las comunidades aledañas a las zonas de influencia de la operación, generando plazas de trabajo para el personal local e implementando frecuentemente gran cantidad de proyectos que benefician la vida de los habitantes.

Factores Tecnológicos

En la Industria Petrolera, los aspectos tecnológicos son fundamentales debido a los avances e innovaciones que se realizan permanentemente. Los cambios tecnológicos pueden significar importantes réditos para las empresas que los implementan. La actualización y la tecnificación son factores importantes en la empresa y en la industria en general, ya que permiten optimizar procesos, técnicas, disminuir los riesgos como parte a la actividad y superar las limitaciones técnicas.

Factores Ambientales

Las iniciativas para la preservación ambiental están ganando más importancia y deben considerarse seriamente porque muchas veces entran en conflicto con la actividad extractiva que irremediablemente deja una huella ambiental asociada a la operación, pese a cumplir con los más altos estándares.

En el país, las regulaciones tienen un impacto directo en la operación diaria, inclusive obligando a la empresa a limitar su actividad o a cambiar la forma en que realiza sus operaciones.

Factores Legales

Los aspectos jurídicos abarcan todas las normativas que la empresa está obligada a seguir. La legislación vigente puede influir en el funcionamiento de la empresa de manera tanto favorable como desfavorable. El cumplimiento legal tiene efectos directos sobre las diversas etapas del proceso productivo en las que la empresa participa.

La Agencia de Regulación (ARCERNR) y el Ministerio de Energía (MEM), son las entidades responsables de regular, controlar y fiscalizar las actividades vinculadas con la extracción de hidrocarburos para precautelar los intereses del estado, y es a los que se remiten los reportes de producción y programas.

1.1.2. Análisis de Factores internos y externos de la empresa

La Gerencia de Exploración y Producción es la rama de EP PETROECUADOR responsable de buscar y extraer hidrocarburos mediante técnicas con estándares de calidad operativa y ambiental. Su objetivo es garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción de petróleo y gas establecidos a nivel nacional.

Las metas del negocio deben ser alcanzadas y medidas, para ello se deben crear estrategias basadas en acciones defensivas y ofensivas. La técnica del análisis FODA permite identificar y evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas asociadas con el proyecto. Se establecen factores internos y externos que pueden afectar el éxito del proyecto con el fin de desarrollar los planes de gestión adecuados.

Análisis FODA

La Figura 4 muestra los factores internos y externos del microentorno del proyecto para mejora de medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma R del campo AUCA a través del análisis FODA.

Figura 4

Matriz FODA



Los resultados del FODA se evalúan en la matriz DOFA (Tabla 1), en esta matriz se definen las estrategias con la finalidad es aprovechar las fortalezas, disminuir las debilidades, monitorear las amenazas y maximizar las oportunidades.

Tabla 1

Matriz DOFA del proyecto

FORTALEZAS – OPORTUNIDADES (FO)	FORTALEZAS – AMENAZAS (FA)
<ul style="list-style-type: none"> * Mantenerse a la vanguardia en la implementación de nuevas tecnologías para dar soluciones inmediatas a las necesidades de la Industria. * Cumplir con las regulaciones ambientales con personal capacitado utilizando las herramientas necesarias que permitan evitar sanciones a la empresa. * Continua capacitación del personal para cumplir los más altos estándares y ofrecer un servicio de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> * Accesibilidad a precios bajos en el uso de la tecnología a implementar. * Mantenerse desarrollando nuevas tecnologías cumpliendo estándares de calidad y procesos técnicos. * Desarrollar equipos, herramientas alternativas para reemplazar de las fuentes radioactivas. * Mantener un stock de equipos y personal capacitado ante una caída del precio de petróleo.
DEBILIDADES – OPORTUNIDADES (DO)	DEBILIDADES – AMENAZAS (DA)
<ul style="list-style-type: none"> * Entrenamiento al personal en el uso de equipos y herramientas ante el crecimiento tecnológico de la industria. * Implementación de equipos modernos que ayuden a la reducción de gases evitando la quema de gas que ayuden a cumplir las normativas y regulaciones ambientales. * Mejorar la duración operativa de las fuentes radioactivas de los equipos con el fin de minimizar los costos. * Efectuar calibraciones de los equipos periódicamente para evitar percances operativos y posibles eventos ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollar herramientas con software didáctico de fácil manejo y configuración. * Reducir costos asociados a la capacitación de personal conservando las mejores prácticas operativas. * Fortalecer las políticas de adquisición de equipos y capacitaciones antes las inestabilidades políticas y precios del crudo que se presentan y afectan a la empresa. * Considerar otros principios de funcionamiento para reemplazo de las fuentes radioactivas.

Matriz de Evaluación de Factores Externos

Haciendo una revisión del macroentorno se concluyen los siguientes Factores Determinantes del Éxito y sus ponderaciones correspondientes:

Tabla 2

Matriz Análisis de Factores Externos (MEFE)

FACTORES EXTERNOS	IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN	VALOR
OPORTUNIDADES			
1. Crecimiento de la industria petrolera: Existen planes de desarrollo de nuevas plataformas en el campo AUCA que van a requerir servicios de medición de flujo multifásico.	0.20	2	0.40
2. Normativas y regulaciones: Cumplimiento de sentencia judicial que prohíbe la quema de gas y exige la eliminación de mecheros de las plataformas de producción es una posibilidad para ofrecer los servicios que cumplan con los estándares requeridos.	0.25	4	1.20
3. Innovación tecnológica: Desarrollo de soluciones eficientes para monitoreo a tiempo real de las mediciones para rápida toma de decisiones.	0.10	3	0.45
Subtotal	0.55		2.05
AMENAZAS			
A1. Competencia intensa: La competencia en la industria petrolera puede ser intensa, muchas empresas reconocidas están continuamente desarrollando tecnologías para solventar necesidades.	0.10	3	0.30
A2. Variación en los costos del petróleo: Las variaciones en los precios del petróleo pueden tener un impacto en los presupuestos	0.20	4	0.80

y las inversiones de las empresas petroleras, lo que puede influir en adquirir los servicios de medición de flujo multifásico.			
A3. Políticas gubernamentales: Los cambios en las políticas relacionadas con la industria petrolera en el uso de fuentes radioactivas pueden impactar en las operaciones.	0.15	3	0.45
Subtotal	0.45		1.55
TOTAL	1		3.06

Los resultados obtenidos en la Tabla 2, nos indica que las oportunidades tienen el valor más alto que el de las amenazas, por lo tanto, se deduce que se puede aprovechar la oportunidad de ejecutar el proyecto planteado para beneficio de la empresa.

Matriz de Evaluación de Factores Internos

El análisis planteado se basa en identificar los factores internos del proyecto verificando el peso tanto de las Fortalezas como las Debilidades, Tabla 3.

Tabla 3

Matriz Análisis de factores externos (MEFI)

FACTORES INTERNOS	IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN	VALOR
FORTALEZAS			
F1. Tecnología avanzada: utiliza tecnología de vanguardia en la medición de flujo multifásico, ofreciendo precisión y confiabilidad.	0.20	4	0.80
F2. Experiencia en la industria petrolera: La empresa tiene amplia experiencia en la industria petrolera y reputación en sus procesos técnicos.	0.15	4	0.60
F3. Personal con experiencia: Profesionales con experiencia para capacitar y operar los equipos.	0.10	3	0.30
F4. Instalación sencilla: Equipo compacto que	0.10	3	0.30

no requiere de construcción de losas o estructuras para su montaje, por lo que se lo realiza en horas.			
Subtotal	0.55		2.00
DEBILIDADES			
D1. Complejidad: Requiere de personal capacitado para su operación en comparación a otros métodos de medición.	0.15	1	0.15
D2. Calibraciones: Periódicamente requiere que se caracterice el fluido y referenciación al vacío.	0.15	1	0.15
D3. Fuentes radioactivas: Vida útil de las fuentes radioactivas, generan gastos adicionales por reemplazo	0.10	2	0.20
Subtotal	0.45		0.50
TOTAL	1		2.50

El resultado obtenido en la Tabla 3, indica que el peso de las fortalezas es mayor que el de las debilidades. El valor total ponderado para el proyecto es de 2.50, lo que nos permite determinar que el proyecto tiene una tendencia hacia la estabilidad y solidez.

1.1.3. Identificación del Estado actual y estado futuro

En Petroecuador se tienen dos técnicas comunes para la medición de pruebas de producción de pozos productores de petróleo: la medición a contra tanque que se la realiza en la propia plataforma la cual requiere instalación de las facilidades de producción apropiadas en superficie, mientras que la medición en separadores de prueba se la realiza en la Estación de Proceso más cercana y requiere que una tubería de prueba transporte del fluido del pozo hasta el ingreso al separador instalado en la Estación.

En la plataforma AUCA R se encuentran perforados 9 pozos: de los cuales 8 son productores de petróleo y 1 un pozo dumpflooding o doble propósito que funciona como fuente de agua e inyector, ya que en 2021 se lanzó el proyecto piloto de Inyección de Agua para Recuperación Secundaria con el fin de aumentar el factor de recobro de las reservas.

Con corte octubre 2023, registra una producción promedio mensual en el año 2023 de 6.505 Barriles de Petróleo por día.

Tabla 4

Producción Promedio de Fluidos del PAD AUCA R

PRODUCCIÓN PROMEDIO DE FLUIDOS PLATAFORMA R - CAMPO AUCA						
PLATAFORMA	MES	CAMPO	Caudal de fluido	Caudal de petróleo	Caudal de agua	Caudal de gas
			BFPD	BPPD	BAPD	MSCF
PAD R	ene-23	AUCA	8.342,98	6.932,76	1.410,22	1.525,43
PAD R	feb-23	AUCA	7.049,15	5.746,57	1.302,58	1.214,26
PAD R	mar-23	AUCA	8.013,93	6.582,19	1.431,73	1.452,86
PAD R	abr-23	AUCA	8.414,19	6.823,96	1.590,23	1.510,22
PAD R	may-23	AUCA	7.194,72	5.582,69	1.612,03	1.208,69
PAD R	jun-23	AUCA	8.134,08	5.885,62	2.248,46	1.252,33
PAD R	jul-23	AUCA	8.677,83	6.627,45	2.050,38	1.448,20
PAD R	ago-23	AUCA	9.205,11	7.056,68	2.148,43	1.567,57
PAD R	sep-23	AUCA	9.812,29	7.304,88	2.507,40	1.640,95
PROMEDIO			8.316,03	6.504,76	1.811,27	1.424,50

Nota. Cierre diario de producción promedio mensual Enero – Septiembre 2023 de la plataforma Auca R. Tomado de *Portal de Operaciones EP PETROECUADOR*.

La plataforma AUCA R, se desarrolló bajo la filosofía de operación en la que el fluido llega hasta la Estación de Proceso AUCA SUR para ser tratado hasta cumplir las especificaciones de transferencia y posteriormente entregar a la Red de Oleoductos del Distrito Amazónico, y que en la misma Estación se efectuara la medición del potencial de producción de cada pozo productor en el separador de prueba de 10,000 BLS de capacidad instalado.

La Estación de Proceso AUCA SUR entró en operación en 1988, muchos equipos han superado la vida útil recomendada; pese a que se ha repotenciado algunos de los sistemas más críticos no se ha podido reemplazar al separador de prueba, sumado al creciente volumen de fluido que se produce y la distancia entre ambos puntos son condiciones que no permiten realizar el seguimiento adecuado y confiable del potencial de los pozos.

Para los próximos 3 años dentro del plan de Desarrollo del campo AUCA se estima la perforación de nuevos pozos en la plataforma AUCA R en vista de los buenos resultados obtenidos y a las características favorables y prospectividad determinada en los reservorios que se explotan en la actualidad.

La mejora e innovación permanente de tecnología ha permitido plantear la oportunidad de contar con la medición continua y precisa de los volúmenes de petróleo que se obtienen de los pozos, mediante la instalación de unidades de medición multifásica. EP PETROECUADOR se encuentra continuamente implementando nueva tecnología para mejorar sus procesos y en cumplimiento del Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas, destinando presupuesto y priorizando la ejecución de proyectos alineados a los objetivos estratégicos de la Empresa.

1.1.4. Planteamiento y formulación del problema

Operativamente es complicado mantener un control apropiado de la producción mediante pruebas de los pozos productores de petróleo que están ubicados en plataformas de producción lejanas, debido a las presiones bajas de reservorio, el sistema se opera a presiones altas a la salida del cabezal y las propiedades del fluido provocan pérdidas de presión por rozamiento, por lo que el fluido no fluye a las mismas condiciones hasta las estaciones de Proceso para cuantificarse en el separador de prueba.

Las pruebas de producción son cruciales para detectar problemas durante la vida operativa de los pozos y tomar medidas correctivas o preventivas para evitar pérdidas diarias de producción. Sin embargo, los métodos tradicionales de medición, como la medición al separador en la estación de producción o la medición a contra tanque, presentan limitaciones que pueden generar resultados inciertos debido a la distancia desde la plataforma en el caso de la medición al separador, o al poco tiempo y volumen de almacenamiento en el caso de la medición a contra tanque en pozos de alto caudal. La medición a contra tanque también se dificulta debido a condiciones de diseño y costos asociados a los equipos y facilidades de producción necesarias que permitan la toma de pruebas y transferencia del fluido.

Actualmente las pruebas de los pozos de la Plataforma R se realizan en la Estación de Proceso Auca Sur que se encuentra aproximadamente a 6,7 km, se las direcciona hacia un

separador de prueba de 10.000 BLS de capacidad. A continuación, se presentan las últimas pruebas registradas de los pozos del PAD R; cabe indicar que a partir del 9 de septiembre del 2023 ingresó el pozo AUCA-268 en producción en conjunto, reservorios T Superior + T Inferior.

Tabla 5

Potencial de los pozos del PAD R

POZO	FECHA	CAMPO	Caudal de fluido	Caudal de petróleo	Caudal de agua	Caudal de gas	Agua y Sedimentos	API
			BFPD	BPPD	BAPD	MSCF	%	° API
ACAR-129HTS	29/09/2023	AUCA	1.923,00	1.903,77	19,23	435,96	1,0	24,8
ACAR-130UI	06/10/2023	AUCA	1.584,00	348,48	1.235,52	29,27	78,0	16,4
ACAR-131TS	04/10/2023	AUCA	347,00	319,24	27,76	73,11	8,0	23,7
ACAR-132HTS	07/10/2023	AUCA	3.348,00	2.209,68	1.138,32	506,02	34,0	24,7
ACAR-264HTS	07/10/2023	AUCA	1.246,00	1.233,54	12,46	283,39	1,0	27,2
ACAR-265HTS	07/10/2023	AUCA	776,00	768,24	7,76	176,38	1,0	24,6
ACAR-266TS	04/10/2023	AUCA	566,00	561,47	4,53	128,58	0,8	22,9
ACAR-268TI	04/10/2023	AUCA	468,00	224,64	243,36	51,44	52,0	25,0
ACAR-268TS	04/10/2023	AUCA	468,00	224,64	243,36	51,44	52,0	25,0
TOTAL			10.726,00	7.793,70	2.932,30	1.735,59	27,34	24,59

Nota. Pruebas de producción de los pozos activos de la Plataforma R Octubre 2023. Tomado de *Portal de Operaciones EP PETROECUADOR*.

Como plan piloto, se utilizó un medidor de flujo multifásico móvil en el PAD R para la toma de pruebas de producción, obteniendo como resultado una variación promedio de 4% en el volumen de fluido en comparación a las pruebas realizadas en el separador. Según los resultados obtenidos, se valida el método de medición y se interpreta que la diferencia observada es atribuible a las variaciones normales debido a las condiciones en las que se llevaron a cabo las pruebas de producción.

Los resultados obtenidos de las pruebas de pozos son de suma importancia para la actualización de simulación de modelos dinámicos, balances volumétricos y el planteamiento de estrategias de Desarrollo para la optimización y gerenciamiento de la vida útil de un Yacimiento Petrolífero.

Como se mencionó anteriormente se tiene visualizado el aumento de pozos productores de petróleo en la Plataforma R. Considerando la falta de facilidades en superficie y la necesidad de realizar una medición adecuada y continua de los volúmenes de cada uno de los pozos, se requiere mejorar el sistema de medición en esta plataforma de producción.

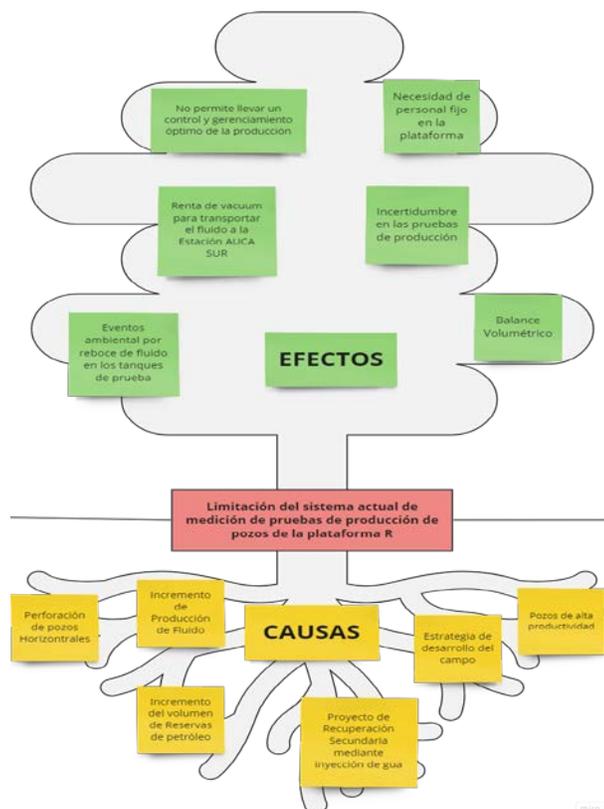
Basado en lo anteriormente descrito, actualmente hay incertidumbre en el sistema de medición de la producción de los pozos petroleros en la plataforma R del campo Auca.

1.1.5. Planteamiento del Problema.

La técnica usada para identificar el problema en este proyecto es el árbol de problemas, el cual ha sido considerado el que mejor se ajusta para el propósito; es fácil y permite analizar las causas- efectos de dicho problema para plantear soluciones

Figura 5

Árbol de problemas



Formulación del Problema

¿Cómo mejorar el Sistema de medición en las pruebas de producción de los pozos de petróleo en la Plataforma R del Campo Auca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA “R” del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 6 meses.

1.2.2. Objetivos específicos

- Instalar y poner en marcha la unidad de medición multifásica dual, cumpliendo con todas las normativas y estándares pertinentes.
- Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real que permita supervisar de forma continua las mediciones de la unidad de medición multifásica, detectar cualquier anomalía en la producción de los pozos y ejecutar medidas correctivas de manera oportuna.
- Elaborar un programa de capacitación integral dirigido al personal operativo y técnico involucrado en el uso y mantenimiento de la unidad de medición multifásica para garantizar que el personal esté debidamente capacitado para utilizar esta tecnología de manera efectiva y segura, optimizando así su rendimiento y minimizando el riesgo de errores operativos.

CAPÍTULO II CASO DE NEGOCIO DEL PROYECTO Y SU VIABILIDAD

La industria petrolera se mantiene en la constante búsqueda de explotar nuevos campos petroleros, esto ha llevado a desarrollar nuevas plataformas con gran número de pozos, más lejanas, que han significado retos operativos, una de las mejoras propuestas es la implementación de un sistema avanzado de medición para las pruebas de producción de los pozos de petróleo.

Las pruebas de pozos en superficie son la única forma comprobada para determinar y validar el potencial de un yacimiento de hidrocarburos. Para las empresas operadoras, una evaluación precisa y una gestión eficaz de los activos de hidrocarburos dependen fundamentalmente de los datos obtenidos de estas pruebas y de un amplio conocimiento del yacimiento. (Tetrattec, <https://tetrattec.com/es/oil-and-gas-services/production-testing/surface-well-testing>, 2024)

Las pruebas de pozo proporcionan datos primarios para los modelos de yacimientos, y junto con la información del reservorio, son los mecanismos clave que permiten a los ingenieros validar o ajustar los parámetros de estos modelos. Utilizando estos modelos, los ingenieros pueden analizar cómo interactúan los fluidos del yacimiento, la estructura geológica y el pozo, aplicando ese conocimiento para mejorar las estrategias de desarrollo de un campo petrolero. (Flatern, 2013, pp. 58-60)

Existen plataformas en las que no se pueden tomar pruebas validadas porque no cuentan con la infraestructura adecuada, el departamento de operaciones requiere cuantificar de manera continua los caudales de producción de cada pozo para llevar un registro y reportar a la Agencia de Control y Regulación como parte del cumplimiento del reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas, y técnicamente por las siguientes razones:

- Conocer los parámetros operativos y tomar acciones de optimización.
- Cuantificar las reservas y por ende el valor económico de un campo.
- Analizar los resultados económicos de la inversión.

Como consecuencia de buenos resultados obtenidos con la perforación de nuevos pozos en la plataforma (PAD-R) del Campo Auca, se ha visualizado continuar con la inclusión de nuevos pozos para un futuro inmediato. Con este planteamiento urge la necesidad de

realizar una medición adecuada y continua de la producción de petróleo de los pozos productores existentes y futuros.

Actualmente las pruebas de producción de los pozos de la Plataforma R se realizan mediante el sistema conocido como a contratanque. Los fluidos que se extraen del reservorio hacia los diferentes pozos de la plataforma son transportados mediante un sistema de bombeo electrosumergible (B.E.S), que los impulsa a través de la tubería de producción. Cada pozo produce simultáneamente petróleo, agua y gas, que son dirigidos hacia un manifold. Este manifold, compuesto por un conjunto de válvulas que son operadas manualmente, permite redirigir el flujo de un pozo específico hacia la línea de prueba. Luego, el fluido es conducido a los tanques de prueba, de los cuales hay dos, cada uno con una capacidad de 500 barriles y dispuestos en paralelo. Posteriormente una vez el fluido se encuentra en estado de reposo o estático se mide el nivel o altura del fluido alcanzando dentro del tanque de almacenamiento con la cinta de aforo desde la parte superior o boca de uno de los tanques y usando las tablas de calibración aprobadas y vigentes se determina el volumen aportado en el tiempo de evaluación. (Casa, 2014, pp. 6-7).

Se debe considerar que en este sistema el fluido debe ser desgasificado antes de ingresar a los tanques, por lo que pasa por una bota desgasificadora en donde se retira el gas para ser enviado y quemado en un mechero de gas, condición que ha generado reclamos por parte de las comunidades aledañas.

El fluido de los pozos objeto de medición, es almacenado en los tanques de prueba y posterior es transportado mediante un camión al vacío (vacuum) con capacidad de 200 BLS hacia la estación AUCA SUR donde ingresa al proceso de deshidratación y tratamiento para llevar el petróleo a especificaciones de bombeo. Por el volumen de producción de los pozos que se prueban se requiere un vacuum que se dedica permanentemente a esa actividad.

En la plataforma no se cuenta con un operador permanente y es el operador recorredor de la Zona Sur que se encarga de direccionar y realizar la prueba de producción del pozo, debido a la reducida cantidad de personal en el departamento no se ha podido asignar personal fijo, muy necesario dado el incremento en el volumen de producción con la progresiva adición de nuevos pozos productores en la plataforma. Esto ha ocasionado recurrentes eventos ambientales cuando se prueban pozos de alta productividad por la limitada capacidad de

almacenamiento que provee el sistema actual de medición de prueba e incertidumbre en la cuantificación del potencial de los pozos.

2.1. Análisis de alternativas generales

Para este análisis se consideraron 4 alternativas para solventar la necesidad de mejorar las pruebas de producción de los pozos de la plataforma “R” del campo Auca, las cuales se desarrollan a continuación:

- 1) Instalar dos tanques de Prueba adicionales de 500 barriles de capacidad.
- 2) Construir una línea de prueba de 6 pulgadas de diámetro desde la plataforma R hacia el separador de prueba de la Estación AUCA SUR.
- 3) Instalar una unidad fija de medición Multifásica Vx Dual.
- 4) Instalar un Separador de Prueba en la Plataforma R.

2.1.1. Instalación de dos tanques de prueba adicionales

Un tanque de prueba es un equipo que se diseña con precisión para evaluar la producción de los pozos. Por lo general, cuenta con capacidades variables, desde unos pocos barriles hasta miles, según la necesidad operativa. Fabricados en acero al carbono o acero inoxidable para resistir la corrosión, estos tanques suelen poseer sistemas de medición y control avanzados. Incorporan dispositivos para capturar muestras representativas del fluido producido, garantizando mediciones precisas.

Figura 6

Tanque de Prueba de 500BLS de capacidad



La instalación incluye conexiones para tuberías de entrada y salida, así como para instrumentación y válvulas de control. La capacidad de presión del tanque se adapta a las condiciones específicas del yacimiento. Además, puede incorporar separadores internos para facilitar la separación de fases y permitir mediciones más precisas. Es uno de los métodos tradicionales que se usa dentro de las plataformas de producción en la Industria Petrolera Ecuatoriana y es considerada la más práctica y de mayor exactitud. La eficiencia del Tanque de Prueba radica en su capacidad para proporcionar datos confiables sobre la producción del pozo. Su diseño y mantenimiento adecuado son cruciales para garantizar mediciones exactas y seguras a lo largo del tiempo.

El proceso consiste en direccionar el fluido del pozo que se quiere cuantificar hacia el tanque de prueba, dicho tanque es aforado lo que significa que es conocido el volumen que se almacena de acuerdo a la altura del nivel que se registra.

Una vez que el fluido ha sido estabilizado (totalmente desgasificado, sin presencia de espuma) se debe medir la altura del nivel total dentro del tanque bien sea mediante regleta que viene instalada verticalmente al exterior del tanque o usando cinta de aforo con plomada como se observa en la figura 2 (para una medición manual adecuada y precisa, se requiere una cinta calibrada y de alta calidad) que debe ser corrida desde la parte superior en la boca del tanque siguiendo el procedimiento correcto para la medición manual. Por medio del Factor de Tanque se determina el líquido Total acumulado en el periodo de tiempo establecido. (ECOPETROL, 2013, p. 15)

Figura 7

Medición con cinta de aforo desde la boca del tanque.



Tomado de *Tecnología de radares para medir nivel: algún día, ¿será importante?* (p. 18), por Brito. A, 2021. AADECA REVISTA.

La instalación de tanques de prueba en una plataforma petrolera es un proceso crítico que requiere consideraciones técnicas específicas para garantizar la seguridad, la precisión de las mediciones y la eficiencia operativa. Los detalles técnicos para la implementación de este equipo para la plataforma petrolera se detallan a continuación:

2.1.1.1. Pasos de Implementación

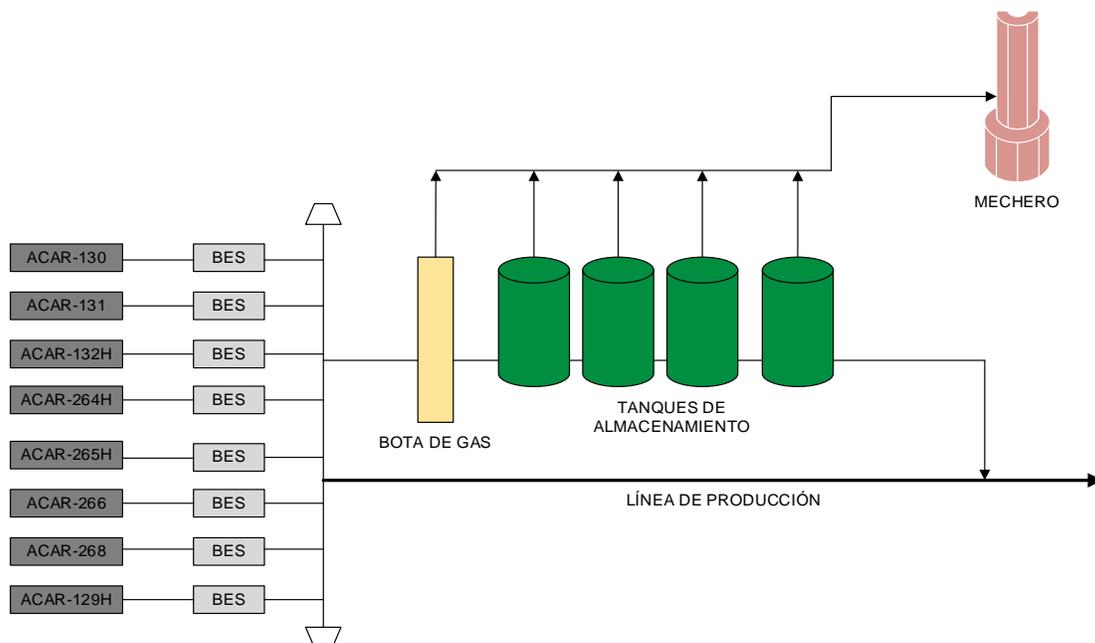
- Se llevará a cabo una evaluación en el lugar de la Plataforma R en el Campo Auca.
- Posteriormente, un análisis detallado de las instalaciones en la superficie (equipos) disponibles en la plataforma para determinar la ubicación óptima de los tanques.
- Se tomarán en cuenta factores como la accesibilidad, la seguridad y la proximidad a las áreas de producción.

2.1.1.2. Diseño del Tanque de Prueba

- Los tanques de prueba deben cumplir con las normativas y estándares de la industria, teniendo la capacidad necesaria para manejar el volumen de fluido esperado. La técnica de medición a contra tanque está limitada por la capacidad de almacenamiento del tanque de prueba, especialmente en pozos de alta productividad de fluido, como algunos de los pozos que pertenecen al PAD-R. Por lo tanto, la instalación de un solo tanque de 500 barriles no permitirá realizar una prueba representativa. Se contempla la instalación de 2 tanques adicionales de 500 barriles conectados en paralelo para este caso.
- Implementar características de seguridad, como válvulas de alivio de presión y sistemas de contención de derrames para evitar problemas operacionales.

Figura 8

Facilidades de Producción Plataforma R



Nota. En el Diagrama se muestra las Facilidades de Producción incluyendo los dos Tanques de Prueba Adicionales.

Infraestructura de Plataforma

- Es crucial asegurar la integración adecuada del tanque de prueba con la infraestructura existente de la plataforma petrolera "R", lo que incluye sistemas de tuberías y válvulas.
- Así como también garantizar la compatibilidad con los sistemas de control y monitoreo de la plataforma.

Instrumentación y Sensores

- Instalar instrumentos de medición de alta precisión para monitorear parámetros críticos como densidad, viscosidad, temperatura y presión.
- Implementar un sistema de calibración regular para mantener la precisión de los instrumentos.

Automatización y Control

- Integración de sistemas de automatización para facilitar la toma de datos y minimizar la intervención humana.

Procedimientos Operativos y Entrenamiento al Personal

- Desarrollar procedimientos operativos detallados para el uso del sistema de tanques de prueba, y proporcionar la formación adecuada al personal para asegurar el manejo seguro y eficiente del sistema durante la toma de las mediciones optimizando la ejecución de las pruebas en los diferentes pozos.

Monitoreo Ambiental

- Implementar un sistema de monitoreo ambiental para evaluar y mitigar cualquier impacto potencial en el entorno circundante a la concesión ocupada por la plataforma.
- Cumplir con las regulaciones ambientales y establecer medidas de respuesta a emergencias hacia la comunidad y el medio ambiente.

Mantenimiento Preventivo

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo para garantizar y optimizar el rendimiento continuo del sistema de tanques de prueba que permita evitar problemas durante la operación.
- Realizar inspecciones regulares y reemplazar componentes según sea necesario.

Pruebas Iniciales y Puesta en Marcha

- Realizar pruebas integrales del sistema antes de la puesta en marcha. Verificar la calibración de los instrumentos y la funcionalidad de los sistemas de seguridad para evitar contratiempos con el personal a cargo y retrasos en la operación.

Documentación y Registro

- Elaborar los registros detallados de todas las operaciones, pruebas de medición realizadas en el mes y mantenimiento con el fin de dar seguimiento al control del equipo y los datos de medición.

2.1.1.3. Personal involucrado en la Instalación y manejo del Tanque de Prueba

Para la instalación y manejo de los Tanques de Prueba en la plataforma petrolera “R” del Campo Auca se ha visto la necesidad de involucrar la colaboración de diversos profesionales con habilidades especializadas, entre ellos se citan a continuación:

Ingenieros de Proyecto

Son los responsables de la planificación y diseño general de la instalación del Tanque de Prueba, de igual manera estarán a cargo de la coordinación en la integración del tanque con la infraestructura existente de la plataforma "R".

Ingenieros de Instrumentación y Control

Son los encargados de seleccionar, instalar y mantener los instrumentos de medición, como sensores temperatura y presión, los cuales deben estar en condiciones de funcionamiento óptimas durante las operaciones en campo.

Operadores de Campo

Será el personal encargado de la operación diaria, realizan las pruebas programadas, toma de muestras y aseguran el manejo y funcionamiento adecuado del sistema para tener una medición adecuada de la producción proveniente de cada uno de los pozos. De igual manera se encargarán de asegurar que las mediciones obtenidas sean representativas con las condiciones reales del campo.

Técnicos de Mantenimiento

Constituyen el personal que realizará las inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de los tanques y sus componentes.

Supervisores de Seguridad

Serán los encargados de garantizar que todas las actividades relacionadas con la operación cumplan con los estándares de seguridad establecidos. Además, deberán implementar protocolos de respuesta ante emergencias en caso de presentarse.

Personal de Logística

Este personal se encargará de coordinar la entrega de equipos, materiales y suministros requeridos en la instalación y operación de los tanques de prueba en la plataforma.

La colaboración efectiva de estos profesionales asegura una instalación y operación eficiente del Tanque de Prueba, cumpliendo con los estándares de seguridad, precisión en las mediciones y sostenibilidad del proyecto planteado en la plataforma “R” del campo Auca.

2.1.1.4. Cualificación de los Beneficios

Tabla 6

Beneficios de la Instalación de Tanques Adicionales.

Categoría del Beneficio	Descripción del Beneficio	Valor del Beneficio
Cliente	Satisfacción y toma de decisiones operativas	Impacto beneficioso en la rentabilidad de la empresa
Operativo	Precisión para evaluar la producción de los pozos	Reporte de producción en pozos
	Mejoramiento del sistema de medición de producción	Potencial de producción verdadero del pozo

2.1.1.5. Identificación de Riesgos

Tabla 7

Riesgos asociados

Descripción del Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto de Riesgo	Acciones Atenuantes
En la instalación del Tanque de Prueba existe riesgo de incidentes de seguridad Operativa	Medio	Medio	Establecer y hacer cumplir estrictos protocolos de seguridad durante la instalación para prevenir incidentes
Incompatibilidad con otros sistemas de la plataforma, mal funcionamiento de componentes lo que podría afectar la eficiencia y confiabilidad de los tanques de prueba	Baja	Bajo	Realizar pruebas exhaustivas de compatibilidad, verificar la integridad de los componentes y asegurar una integración cuidadosa para prevenir posibles complicaciones técnicas

2.1.1.6. Supuestos

1. Estabilidad Geotécnica:

Asumir que el terreno donde se instalará el tanque de prueba tiene la estabilidad adecuada para soportar su peso y las actividades operativas sin riesgo de hundimientos o deslizamientos.

2. Compatibilidad de Materiales:

Suponer que los materiales utilizados en la construcción del tanque son compatibles con los tipos de fluidos que se procesarán, evitando corrosiones u otras reacciones adversas.

2.1.1.7. Costos asociados

Tabla 8

Costos asociados instalación de tanques adicionales

Ctd	Facilidad de producción	Costo (USD)
2	Tanque de almacenamiento 500 BLS (330.000 c/u)	\$660,000.00
1	Bota de gas	\$90,000.00
1	Bomba booster	\$42,000.00
1	Sistema para quema de gas (KOD + mechero + arrestallamas)	\$100,000.00
-	Obra civil (cubeto, shelter)	\$60,000.00
-	Instalación (accesorios/ conexiones/maquinaria)	\$100,000.00
	TOTAL	\$1.052,000.00

Tomado de *Costos referenciales EP PETROECUADOR*

2.1.2. Instalación / Construcción de una Línea de Prueba de 6 pulgadas hacia el Separador de la Estación AUCA SUR

La línea de prueba instalada en una plataforma petrolera para la prueba de pozos es un sistema crucial que permite la evaluación precisa de la producción de hidrocarburos y la integridad del pozo. Esta línea consta típicamente de tuberías, válvulas, y equipos de medición interconectados desde el pozo hasta el separador de producción. Su función principal es permitir el flujo controlado de fluidos desde el pozo hasta el separador para realizar pruebas de producción y análisis de fluidos. Además, la línea de prueba facilita la inyección de fluidos de prueba, la recolección de muestras y el montaje de la instrumentación para monitorear la presión, el caudal y otras variables críticas dentro de la operación.

La instalación de una línea de prueba garantiza una operación más segura y eficiente en la plataforma petrolera. Permite a los operadores evaluar la productividad del pozo, identificar posibles problemas de producción y optimizar los procesos de extracción de petróleo y gas. Además, se obtienen datos precisos para la toma de decisiones y planificación de estrategias de producción a largo plazo.

Figura 9

Construcción de una Línea de Producción



Tomado de <https://expansion.mx/empresas/2019/05/09/asi-son-los-gasoductos-leoninos-que-si-quiere-la-cfe>

2.1.2.1. Planificación y diseño

Como parte del proyecto de instalación de la línea de prueba como parte de una plataforma petrolera, es importante realizar una planificación detallada; esto incluye determinar la ubicación óptima de la línea de prueba dentro de la plataforma, considerando factores como la distancia al pozo (como en el caso del PAD-R donde el separador no se encuentra en la misma plataforma), la topografía del terreno y la accesibilidad.

Obtención de permisos y autorizaciones

Previo al desarrollo e instalación de la línea de prueba es importante obtener todos los permisos y autorizaciones necesarios de las autoridades regulatorias locales (Ministerio del Ambiente, ARCERNR) y cualquier otra entidad pertinente antes de iniciar el trabajo. De igual manera tener el control y conocimiento operacional a ejecutarse hacia las comunidades cercanas a la instalación.

Selección de materiales y equipos

Se requieren tuberías de acero al carbono de alta resistencia para transportar el petróleo desde el pozo hasta el tanque de prueba. Además, se utilizan válvulas de alta presión y temperatura para control del flujo y la presión del fluido. Equipos de medición como medidores de caudal y manómetros para monitorear y registrar los parámetros de la prueba en los pozos. También se requieren herramientas de soldadura y equipos de inspección para asegurar la integridad y calidad de la instalación. Un equipo de profesionales altamente capacitados en ingeniería en petróleo supervisa y ejecuta el proceso, asegurando el cumplimiento de los más altos estándares de seguridad y calidad. (Villamarín & Carrera, 2010, pp. 38-39).

Preparación del sitio

Antes de comenzar la instalación de la línea de prueba en la plataforma, se debe preparar el sitio de trabajo adecuadamente, dentro y fuera de la plataforma (PAD-R). Esto puede incluir limpieza del área, nivelación del terreno y aseguramiento de la seguridad en el sitio evitando inclusión de personal ajeno a la operación para evitar problemas.

Excavación

Por cumplimiento de normativa se realizaría la excavación para enterrar la línea de prueba, principalmente en zonas en contacto con la comunidad.

2.1.2.2. Instalación de la línea de prueba

En la instalación de la línea de prueba de pozos petroleros ubicados en el PAD-R hacia el tanque de prueba que se encuentra en la estación Auca Sur donde tenemos un distanciamiento considerable, primero realizamos un estudio detallado del terreno y las condiciones de los pozos para determinar la ruta óptima, misma que ira por la carretera de acceso a los pozos y un detalle de los puntos de conexión. Luego, se prepara el terreno y se procede con la excavación (como se detalló anteriormente); colocación de las tuberías de acero, asegurando una alineación adecuada y una correcta soldadura para evitar fugas. Se instalan válvulas de bloqueo y control en puntos estratégicos para regular el flujo de petróleo. Se realizan las pruebas hidrostáticas que garanticen la integridad de la línea y se lleva a cabo la conexión al tanque de prueba, donde se realiza una calibración final. Finalmente, se verifica el funcionamiento del sistema y se implementan medidas de seguridad para prevenir cualquier incidente durante las pruebas operativas.

Instalación de válvulas y accesorios

Se debe Instalar las válvulas de bloqueo, regulación y seguridad necesarias a lo largo de la línea de prueba, para este caso de debe tener en cuenta que de la plataforma PAD-R hacia la estación donde se encuentra el separador tenemos aproximadamente **6.7KM** de distancia. Adicional se debe instalar accesorios que permitan el monitoreo y control del flujo de fluidos durante la operación requerida para la evaluación de los pozos.

Pruebas y calibración de la línea

Una vez que la instalación esté completa desde la plataforma hasta el separador de prueba, se deben realizar pruebas exhaustivas de presión y flujo para confirmar la integridad y el funcionamiento apropiado de la línea de prueba. De igual manera se deben calibrar los instrumentos de medición según sea necesario.

Puesta en marcha y puesta en servicio

Una vez que se hayan completado todas las pruebas y se hayan verificado los resultados, se procede con la puesta en marcha de la línea de prueba. Esto puede incluir la integración con el sistema de control del separador y la capacitación del personal operativo que va a estar a cargo de las pruebas de pozo.

Documentación y registro

Se debe llevar un registro detallado de todos los pasos durante el proceso de instalación de la línea de prueba, incluidas las pruebas realizadas y los resultados obtenidos. Esto es crucial para fines de cumplimiento regulatorio y para futuras referencias que podrían presentarse en otras plataformas.

2.1.2.3. Personal involucrado en la Construcción de la Línea de Prueba

La construcción e instalación de la línea de prueba en una plataforma petrolera implica la colaboración de varios profesionales especializados en la industria petrolera para ejecutar el proyecto de manera segura y eficiente. A continuación, se listan el personal requerido y sus actividades:

Ingeniero de diseño de tuberías

Es el responsable de diseñar la ruta que tomará la línea de prueba, determinará el tamaño y material de la tubería, y especificará los accesorios necesarios que serán incluidos durante la construcción. Se encargará de coordinar con otros ingenieros y departamentos para asegurar el cumplimiento de los estándares de seguridad y regulaciones requeridas durante la ejecución.

Supervisor de construcción

Será el encargado de supervisar la ejecución de la construcción en el lugar establecido, asegurando que se sigan los planos y especificaciones del diseño. Coordinará el trabajo del equipo de construcción para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos para la entrega.

Técnico en instrumentación

Los técnicos encargados de la instalación y ajuste de los instrumentos de medición, como los transmisores de presión y los caudalímetros, a lo largo de la línea de prueba.

2.1.2.4. Cualificación de los Beneficios

Tabla 9

Beneficios de la construcción de la línea de prueba

Categoría del Beneficio	Descripción del Beneficio	Valor del Beneficio
Clientes	Mejora en la gestión de la producción	Permite realizar pruebas de producción regulares, lo que proporciona datos precisos sobre la productividad del pozo.
Operativo	Optimización de la eficiencia operativa	Identificar y resolver problemas de producción de manera más rápida y eficiente, reduciendo el tiempo de inactividad y aumentando la productividad.
	Optimización de la gestión de activos	Los operadores pueden tomar decisiones encaminadas sobre la gestión de yacimientos y la asignación de recursos, lo que maximiza el valor de los activos petroleros a largo plazo.

2.1.2.5. Identificación de Riesgos

Tabla 10

Riesgos asociados

Descripción del Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto de Riesgo	Acciones Atenuantes
Riesgo de incidentes de seguridad Operativa.	Alta	Alto	Establecer y hacer cumplir estrictos protocolos de seguridad durante la instalación
Posible presencia de fugas.	Baja	Bajo	Capacitar al personal en el manejo seguro durante la instalación de la línea y manejo adecuado de fluidos durante la operación

2.1.2.6. Supuestos

1. Estabilidad Geotécnica:

Establecer que el suelo por donde se va instalar la línea de prueba es lo suficientemente estable y no se tendrán problemas de hundimientos ni deslizamientos.

2. Compatibilidad de Materiales:

Los materiales utilizados en la construcción de la línea de prueba deben ser adecuados y compatibles con el fluido producido, para prevenir corrosión u otras reacciones adversas que puedan causar fugas.

3. Regulaciones y normativas

Necesidad de cumplir con estándares específicos de diseño, materiales y procedimientos de instalación, así como obtener permisos y autorizaciones ante los entes de control antes de comenzar cualquier trabajo en la línea de prueba. El cumplimiento de estas regulaciones puede añadir complejidad y tiempo al proyecto.

2.1.2.7. Costos asociados

Tabla 11

Costos asociados construcción línea de prueba

Ctd	Facilidad de producción	Costo unitario	Costo total
6,7	1 (Uno) km de tubería de 6 pulgadas de diámetro	\$295,396.54	\$1'979,156.82
-	Instalación (incluye desfile, doblado, soldadura, cruces, instalación de válvulas, obra civil)		
	TOTAL		\$1'979,156.82

Tomado de *Costos referenciales EP PETROECUADOR*

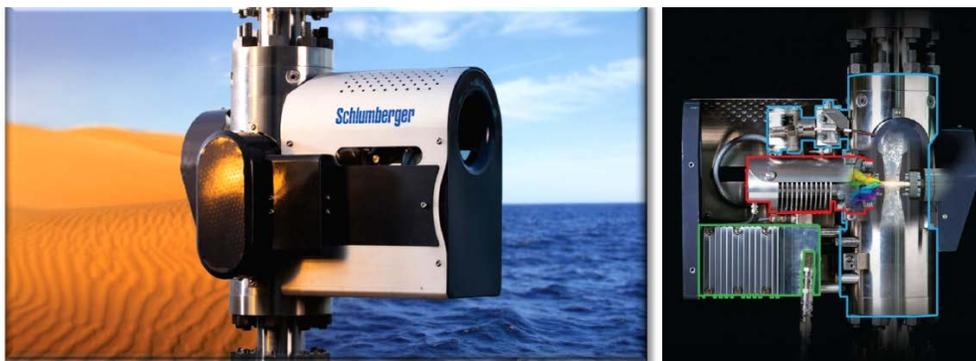
2.1.3. Instalación de unidad fija de medición multifásica Vx Dual

La unidad de medición multifásica utiliza el principio de Venturi para la medición del flujo másico total y usa el análisis espectroscópico total de los rayos gamma de la Fuente Artificial de Ba.133 (para medir continuamente los fotones a lo largo de todo el espectro de rayos gamma); y el modelo de deconvolución para cuantificar con precisión las fracciones de aceite, gas y agua. Todo esto sin necesidad de separación de fases. (Garcés & Ruales, 2005, p. 30)

Figura

10

Unidad Multifásica Vx



Tomado de *Surface multiphase flowmeter*. <https://slb.com/VxSpectra>

2.1.3.1. Características

- Diseño esbelto y Compacto.
- Amplia envolvente operativa con los tamaños disponibles (19, 29, 40 & 65 mm).
- Transmisión en Tiempo Real para disponibilidad inmediata de datos.

Otros sistemas presentes en el mercado se basan en el uso de complejas correlaciones y la medición de una extensa cantidad de variables y parámetros de flujo en diferentes puntos del sistema, la Tecnología de Medición Multifásica utiliza un computador de flujo compacto para la adquisición de datos y ejecución de cálculos y conversión de mediciones de flujos de condiciones de línea a condiciones estándar o de superficie.

El software de la unidad permite almacenar, gestionar y controlar los datos de pruebas de producción en tiempo real utilizando el módulo Vx en el software AVOCET, con la finalidad de aprovechar el máximo beneficio de las mediciones y optimizar el tiempo de la toma de decisiones. (Schlumberger, PROTOCOLO DE PRUEBA Vx* SPECTRA 19mm & PHASE, 2014, p. 6).

2.1.3.2. Beneficios

- Mediciones de alta precisión independientes del régimen de flujo y/o presencia de emulsiones
- Mínimas pérdidas de presión a través del sistema
- Espacio significativamente menor en comparación con otros métodos de pruebas
- Facilidad de mantenimiento.

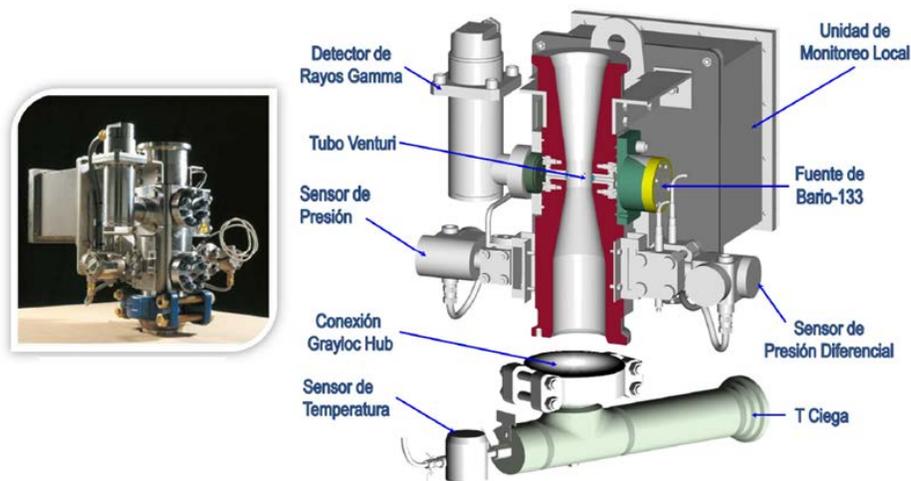
2.1.3.3. Componentes de la unidad

Los medidores multifásicos Vx Dual se caracterizan por una estructura simple y muy robusta. Sin partes móviles, lo que lo hace también de bajo y fácil mantenimiento. Los componentes principales se muestran a continuación:

Figura

11

Partes de la unidad Vx



Tomado de *Surface multiphase flowmeter*. <https://slb.com/VxSpectra>

Cada uno de los componentes desempeña una función específica:

- Sección Venturi: Para estimar el Flujo Másico Total.
- "T" Ciega: Que actúa como un mezclador estático que permite que los fluidos se homogenicen antes de llegar a la sección de medición.
- Sensor de Presión y Temperatura: Permiten medir las condiciones actuales de medición.

- Sensor de Presión Diferencial: Permite medir la caída de presión a través del Venturi.
- Fuente Ba.133: Fuente artificial emisora de Rayos Gamma.
- Detector de Rayos Gamma: Permite medir/detectar 3 niveles de energía.
- Unidad de Monitoreo Local: Caja sellada conteniendo el Computador de Flujo y todas las interconexiones eléctricas/electrónicas que permiten energizar y comunicarse con los diferentes sensores y detector de rayos gamma. (Schlumberger, PROTOCOLO DE PRUEBA Vx* SPECTRA 19mm & PHASE, 2014, p. 8).

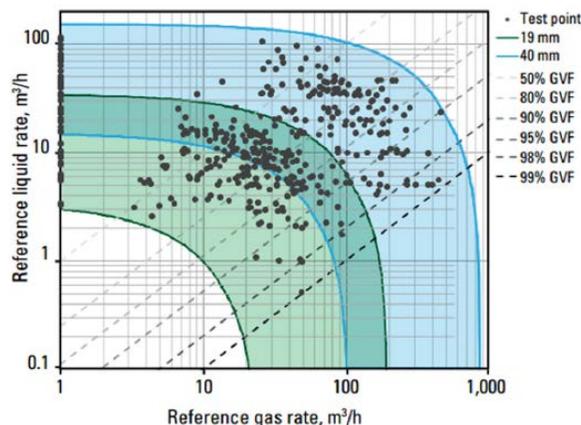
2.1.3.4. Rango Operativo

La envolvente operativa se refiere al rango en el que la unidad realiza mediciones con una exactitud aceptable y depende del tamaño de la garganta Venturi seleccionado de acuerdo con la productividad del pozo en particular que se prueba. Para la aplicación en la plataforma R se considera ideal y suficiente la instalación de la garganta de 19 y 29 mm para cubrir completamente el rango de producción de los pozos.

1. Vx Spectra 19mm: Diseñado especialmente para pozos de bajo caudal.
2. Vx Spectra 29mm: Diseñado para pozos de mediano caudal.
3. Vx Spectra 40mm: Diseñado especialmente para pozos de alto potencial de producción.

Figura 12

Rango operativo tamaño de garganta. Fuente SLB.



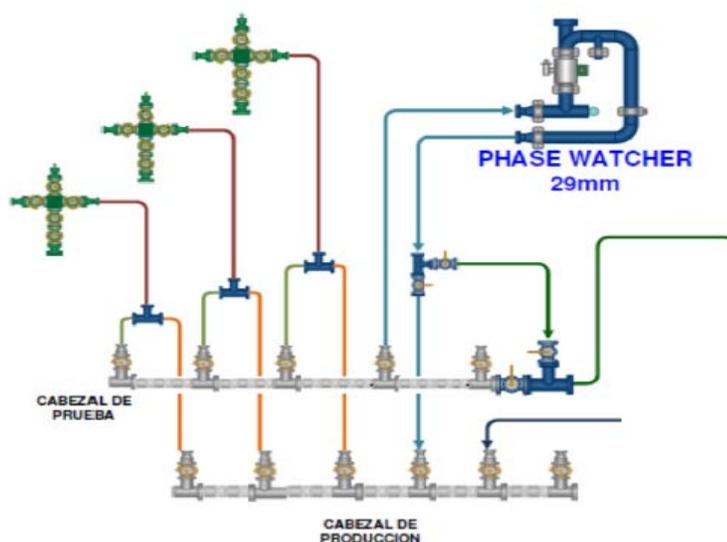
Nota. El gráfico muestra la envolvente de operación de los diferentes diámetros de garganta de la unidad. Tomado de *Surface multiphase flowmeter*. <https://slb.com/VxSpectra>

Para cubrir el rango completo de producción de los pozos de la plataforma R se requiere contar con unidades con tamaño de garganta Venturi de 19 mm y 29 mm, para optimizar costos y evitar instalar 2 unidades cada una con un diámetro de garganta, se va a instalar la unidad Vx dual que cuenta con una modificación para soportar los 2 tamaños de garganta necesarios, y de acuerdo con el potencial de producción del pozo que se vaya a probar se habilitaría la garganta de 19mm o la 29mm respectivamente.

2.1.3.5. Diagrama

Figura 13

Esquema de conexión de la unidad multifásica Vx Dual



Como se ilustra en el diagrama de la Figura 13, la instalación de la unidad de medición no presenta mayor complejidad y todas las conexiones se realizan al manifold de producción en el cual se dará apertura mediante válvulas al paso del fluido que se direcciona hacia la unidad Vx dual para ser cuantificado el volumen que pasa y determinado la proporción de cada una de las fases presentes en el fluido de gas, petróleo y agua.

Antes de iniciar la cuantificación, la unidad requiere que se realice una referencia al vacío y la caracterización del fluido de cada pozo para poder ingresar los datos necesarios al computador de flujo de la unidad para que realice los cálculos de las correlaciones del fluido.

Referencia al vacío

La referencia en vacío se define como una medición realizada con un medidor multifásico cuando está libre de cualquier fluido y en condiciones de presión atmosférica. Durante este proceso, la energía de los rayos gamma emitida por una fuente de Bario es registrada por un detector después de atravesar la garganta del venturi en un entorno de aire (vacío). La intensidad de esta energía de rayos gamma se cuantifica en términos de cuentas por segundo (cps) en diferentes niveles de energía. Esta medición es esencial para calibrar el medidor y establecer una línea base precisa antes de su uso y variará cuando los fluidos ya ingresen. Debe ser realizada cada vez que la unidad se moviliza. (Casa, 2014, p. 64)

Caracterización de fluido

Antes de llevar a cabo mediciones de caudales, se necesita ingresar información de los fluidos en el medidor multifásico: la densidad del crudo y agua, la viscosidad del crudo, con esto el computador de flujo calcula los coeficientes de atenuación de estos fluidos con respecto a la fuente radioactiva. La caracterización implica determinar las atenuaciones másicas (a nivel molecular) de los fluidos presentes en el pozo (petróleo, agua y gas) en relación con los dos niveles de energía emitidos por la fuente radioactiva. Esta referencia se la hace para cada pozo y es importante para calibrar el medidor y asegurar la precisión en las mediciones de caudal. (Casa, 2014, p. 65)

Una vez realizada la referencia al vacío de la unidad y caracterización de fluido de cada uno de los pozos de la plataforma, se direcciona el fluido del pozo a cuantificar hacia la línea de prueba, esta debe contar con las conexiones adecuadas para que ingrese a través de la unidad de medición multifásica, el fluido es cuantificado mediante los principios indicados inicialmente y los datos se transmiten hacia el computador de la cabina donde se pueden los resultados y en línea para visualizar desde cualquier lugar.

La operación de la unidad requiere la presencia de personal técnico que disponga del conocimiento, capacitación apropiada y tenga la licencia vigente para manejo de fuentes de radiación ionizante.

2.1.3.6. Identificación de Riesgos

Tabla 12

Riesgos asociados Unidad de Medición Multifásica Dual

Descripción del Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto de Riesgo	Acciones Atenuantes
Seguridad y Cumplimiento Normativo	Alto	Alto	Garantizar la seguridad durante el manejo de la fuente radioactiva y cumplir con las regulaciones y normativas relacionadas con su uso
No disponer de Capacitación del Personal en el manejo de la unidad	Media	Media	El personal en campo deberá recibir capacitación especializada en el manejo del equipo y la interpretación de los datos obtenidos
Mal funcionamiento de sensores	Baja	Bajo	Contar con repuestos de sensores para evitar contratiempos
Inexactitud en la transmisión de datos, afectando a la precisión de las mediciones	Baja	Bajo	Realizar pruebas de lazo antes de la operación de la unidad para verificar la funcionalidad

2.1.3.7. Supuestos

1. Laboratorio equipado:

Contar con un laboratorio para determinar las propiedades del fluido para la caracterización.

2. Disponibilidad de transmisión:

Disponer de conexión de red para transmitir los datos hacia los servidores para disponer de los resultados a tiempo real desde cualquier lugar.

3. Disponibilidad de Energía:

Fuente permanente de energía eléctrica en la plataforma petrolera para alimentar el computador de flujo de la unidad de medición multifásica.

2.1.3.8. Costos asociados

Tabla 13

Costos asociados instalación unidad Vx Dual

Ctd	Descripción	Costo [USD]
1	Unidad Vx dual (incluye computador de flujo)	\$480.000,00
1	Set Tubería y Flanges de Interconexión	\$51.000,00
	Obra civil (losa, estructura, shelter)	\$34.320,00
1	Computador portátil con licencia de software	\$4.800,00
TOTAL		\$570.120,00

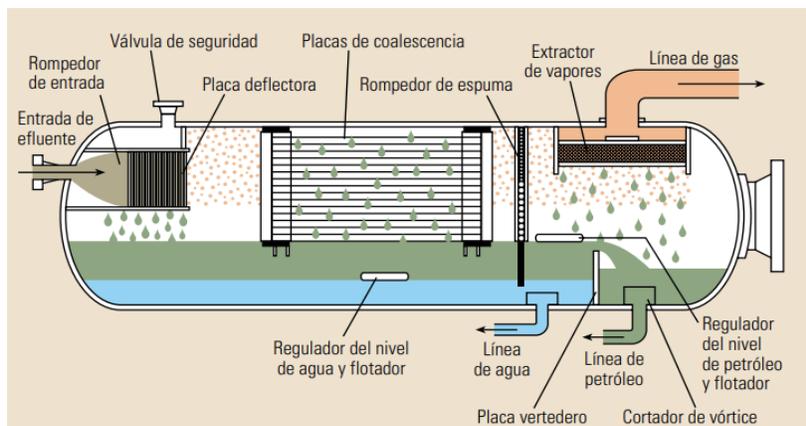
Tomado de *Costos referenciales EP PETROECUADOR*

La unidad tiene una expectativa de vida estimada de 10 años, tiempo que se estima que la fuente radioactiva requiere ser reemplazada, además se necesita de un mantenimiento trimestral para revisión y limpieza de sus partes internas.

2.1.4. Instalación de un separador de prueba

Los separadores están configurados para permitir que los fluidos producidos ingresen al recipiente, donde se retienen el tiempo necesario para que el petróleo se separe y flote hacia la superficie por encima del agua debido a la diferencia de densidad. (Sabag, 2015, p. 74)

Los separadores de prueba están equipados con instrumentos de medición de caudales se utilizan para separar el flujo de un pozo para un análisis y medición de flujo detallado. Los pozos individuales pueden dirigirse al separador de prueba para medir su producción de petróleo, agua y gas. El comportamiento de cada pozo se puede determinar bajo diferentes condiciones de flujo de presión. Se realizan pruebas de producción de pozo regularmente, por lo general dos (2) veces al mes, se medirá el total de la producción, así como los componentes de flujo bajo diferentes condiciones de producción. También permiten determinar comportamientos indeseables como arenamiento. (Sabag, 2015, p. 74)

Figura 14*Separador de Prueba convencional*

Tomado de *Definición de las Operaciones de Pruebas* (p. 59), por Flatern, R. (2013). Oilfield Review

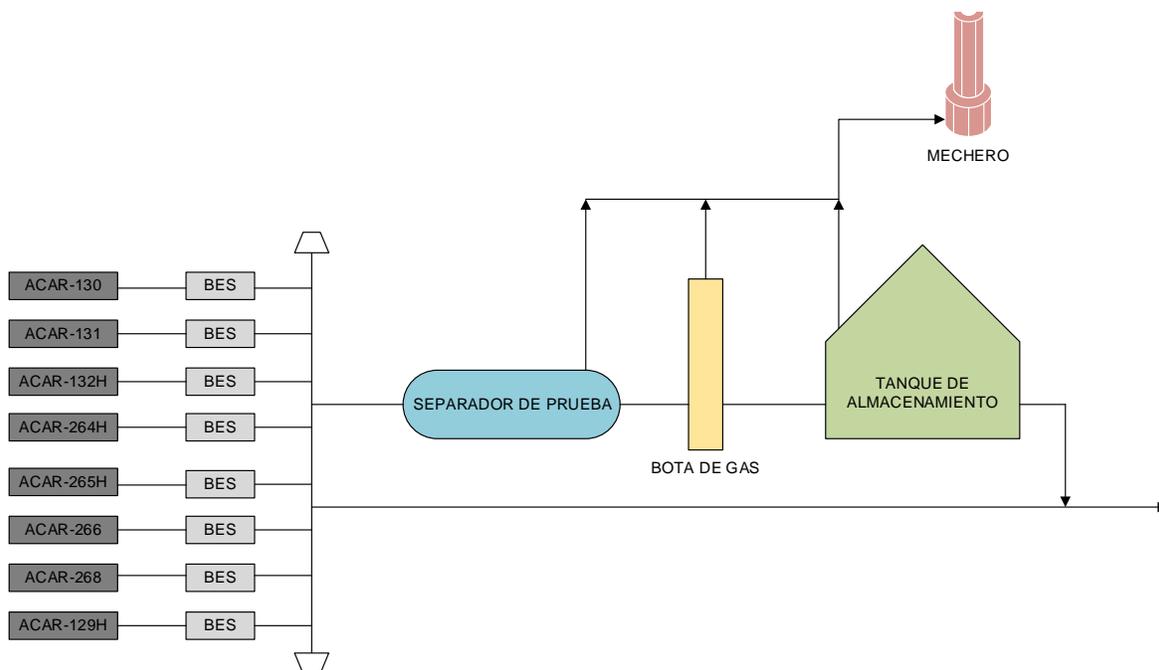
Este proceso se mejora mediante el uso de placas deflectoras para reducir la velocidad del flujo, junto con placas de coalescencia que facilitan la formación de gotas de petróleo de mayor tamaño. Separados el petróleo y el agua, el petróleo fluye hacia una sección independiente del recipiente a través de un vertedero, mientras que el agua permanece en el compartimento inferior de acuerdo al diseño. Los brazos de control mecánico, equipados con flotadores, detectan los niveles de agua y petróleo, activando las válvulas correspondientes (no exhibidas) para la liberación de cada fluido a lo largo de las líneas de flujo respectivas. (Flatern, 2013, pp. 58-60).

Cuando los fluidos que están en el separador alcanzan niveles preestablecidos, los reguladores responden liberando la presión de gas o aire comprimido, activando las válvulas neumáticas. En este proceso, los extractores de vapores cumplen la función de remover las gotas de petróleo de la fase gaseosa antes de que el gas se dirija hacia la parte superior del recipiente para salir a través de una válvula y sea cuantificado por un medidor de placa orificio. Para garantizar la seguridad del sistema, las válvulas de seguridad están diseñadas para liberar el gas de manera controlada, previniendo cualquier riesgo de sobrepresión en el recipiente. (Flatern, 2013, pp. 58-60).

2.1.4.1. Diagrama

Figura 15

Esquema del Proceso implementando Separador de Prueba



Nota. En el Diagrama se muestra las Facilidades de Producción incluyendo el Separador de Prueba propuesto.

La precisión y fiabilidad de los separadores de prueba son esenciales para garantizar la calidad y cantidad del petróleo y gas producidos.

La instalación de un Separador de Prueba es un proceso crítico que requiere una planificación cuidadosa y una ejecución precisa para garantizar su correcto funcionamiento. Los detalles técnicos para la implementación de este equipo para la plataforma petrolera se detallan a continuación:

Evaluación del Campo

Realizar un análisis exhaustivo de la plataforma petrolera "R" para determinar la ubicación estratégica del Separador de Prueba, considerando la producción actual de los pozos y la infraestructura existente.

2.1.4.2. Diseño del Separador

El Separador de Prueba seleccionado estará acorde con la capacidad de producción registrada en la plataforma a “R” del campo Auca, considerando la variabilidad en la composición de los fluidos. Es importante recalcar que cada día se tiene incremento de la producción por las condiciones de ingeniería y la posible inclusión de nuevos pozos con la perforación.

Se plantea incorporar características de seguridad, como sistemas de alivio de presión y separadores de fase. Representa un buen método de medición para pozos con propiedades de alto grado API y baja viscosidad, en caso de que el fluido de producción sea viscoso o pesado/extrapesoado puede ocurrir una presurización en la línea o en el separador.

Integración con la Infraestructura

Asegurar la integración eficiente del Separador de Prueba con los sistemas de tuberías y las facilidades existentes en la plataforma “R”.

Implementar válvulas y controles para facilitar el proceso de los flujos de fluidos.

Instrumentación de Alta Precisión, Automatización y Control.

Instalar instrumentos de medición avanzados para monitorizar la cantidad, calidad y composición de los fluidos producidos provenientes de los pozos que se prueban.

Incorporar tecnología de análisis en línea con equipos computarizados y software para obtener y analizar datos en tiempo real.

Implementar sistemas de control automatizado para regular el flujo de fluidos y optimizar la eficiencia del Separador de Prueba durante las pruebas de producción.

Garantizar la conectividad con el sistema de control de la central en la plataforma “R”.

Capacitación del Personal

Proporcionar la capacitación detallada y necesaria al personal encargado de operar y mantener el Separador de Prueba. Los operadores recorredores, estarán capacitados para manejar y obtener resultados de las pruebas cuando se evalúen los pozos.

Monitoreo Ambiental

Integrar sistemas de monitoreo ambiental para evaluar y mitigar cualquier impacto potencial en el entorno circundante, tomando en cuenta que se tiene la presencia de comunidades alrededor de la plataforma "R".

Cumplir con las regulaciones ambientales y establecer planes de respuesta a emergencias que se puedan presentar.

Mantenimiento Predictivo

Establecer un plan de mantenimiento predictivo para detectar y resolver posibles problemas antes de que afecten la operación, tanto en la condición física del separador como en su ubicación.

Realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo.

Documentación y Registro

Mantener registros detallados de todas las operaciones, pruebas y mantenimiento que permita tener un control de la producción y optimice la calidad de las pruebas registradas.

2.1.4.3. Personal involucrado en la Instalación y manejo del Separador de Prueba

La instalación y manejo de un Separador de Prueba de fluidos implica la colaboración de diversos profesionales con habilidades especializadas. A continuación, se detallan los involucrados y sus roles durante este proceso:

Ingenieros de Proyecto y Proceso

Son los encargados de planificar y supervisar la instalación del Separador de Prueba, desde la evaluación de la plataforma hasta la integración con la infraestructura existente.

Además, colaboran en el diseño del Separador de Prueba para asegurar que se adapte a las características específicas de la plataforma petrolera "R" y optimice la eficiencia en la separación de las diferentes fases presentes en los fluidos provenientes de los pozos petroleros.

Ingenieros de Instrumentación y Control

Este personal selecciona, instala y mantienen los instrumentos de medición necesarios para monitorizar el rendimiento del Separador de Prueba, incluyendo sensores de presión, temperatura y caudal.

Operadores de Campo

Será el personal encargado de la operación diaria del Separador de Prueba para la ejecución de las tareas solicitadas, realizan las pruebas de pozo, ajustan el equipo según sea necesario y aseguran un flujo eficiente de los fluidos.

Llevarán a cabo inspecciones regulares y actividades de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento continuo y la integridad del Separador de Prueba.

Supervisores de Seguridad

Garantizan que todas las actividades relacionadas con el Separador de Prueba cumplan con los estándares de seguridad establecidos y a su vez implementan protocolos de respuesta a emergencias.

Personal de Logística.

Serán los encargados de coordinar la entrega de equipos, materiales y suministros necesarios para la instalación y operación del Separador de Prueba durante la ejecución del proyecto.

Personal Administrativo y de Documentación

Serán responsables de gestionar la documentación relacionada con la instalación, operación y mantenimiento del Separador de Prueba, asegurando el cumplimiento de normativas y estándares de calidad para optimizar los resultados de la operación.

La colaboración de estos profesionales asegura una instalación y operación eficiente del Separador de Prueba, cumpliendo con los estándares de seguridad, precisión y sostenibilidad en la plataforma "R" del Campo Auca.

2.1.4.4. Cualificación de los Beneficios

Tabla 14

Beneficios de la instalación del separador de prueba

Categoría del Beneficio	Descripción del Beneficio	Valor del Beneficio
Clientes	<p>Mejora en la Calidad del Producto: Permite una separación más precisa de las fases (petróleo, gas, agua), mejorando la calidad de los productos finales cuantificados</p>	La separación precisa de fases con el separador de prueba garantiza productos más puros y eficientes.
Personal	<p>Mejora en la Seguridad Laboral: La implementación reduce riesgos operativos, asegurando un entorno más seguro para el personal al minimizar posibles accidentes</p>	La reducción de riesgos operativos y un entorno de trabajo más seguro no solo protegen la integridad física del personal, sino que también promueven la confianza, y la eficiencia laboral, contribuyendo al bienestar general
Operativo	<p>Optimización del Proceso de Separación: Un separador de prueba eficiente mejora la separación de fases, optimizando la eficiencia del proceso y facilitando la obtención de productos con mayor calidad y pureza</p>	Al mejorar la eficiencia del proceso de separación, se logra un uso más efectivo de los recursos, reduciendo desperdicios y optimizando la producción. Esto añade valor a través de una mayor rentabilidad y eficacia operativa
	<p>Reducción de Tiempos de Inactividad: Un manejo adecuado del separador, junto con un plan de mantenimiento preventivo, ayuda a minimizar los tiempos de inactividad al prevenir fallos y asegurar una operación continua y fiable.</p>	La minimización de tiempos de inactividad no solo mejora la productividad, sino que también reduce costos asociados a paradas no planificadas. Esto agrega valor al garantizar una operación continua y una mayor disponibilidad de los recursos.

2.1.4.5. Identificación de Riesgos

Tabla 15

Riesgos asociados

Descripción del Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto de Riesgo	Acciones Atenuantes
La instalación del Separador de Prueba existe riesgo de incidentes de seguridad Operativa	Baja	Alto	Establecer y hacer cumplir estrictos protocolos de seguridad durante la instalación para prevenir incidentes
Posible presencia de fugas	Media	Bajo	Preparar al equipo técnico en el manejo seguro de sustancias inflamables y realizar inspecciones regulares. Cumplir con los protocolos de instalación
La instalación podría enfrentar complicaciones técnicas, mal funcionamiento lo que podría afectar la eficiencia y confiabilidad del separador de prueba	Baja	Medio	Realizar pruebas de compatibilidad entre los sistemas, verificando cuidadosamente la integridad de los componentes con pruebas de lazo continuas para prevenir complicaciones técnicas.

2.1.4.6. Supuestos

1. Disponibilidad de Espacio Adecuado:

Suponer que hay suficiente espacio en la plataforma petrolera para la instalación del separador de prueba, considerando requisitos de seguridad y normativas.

2. Acceso a Recursos Energéticos:

Suponer que se cuenta con acceso confiable a fuentes de energía para alimentar los instrumentos, sensores y válvulas del separador de prueba.

2.1.4.7. Costos asociados

Tabla 16

Costos Asociados Instalación Separador de Prueba

Ctd	Facilidades de producción necesarias	Costo
1	Separador de prueba (capacidad 5.000 barriles)	\$800,000.00
1	Bota de gas	\$90,000.00
1	Tanque de almacenamiento de 500 barriles	\$530,000.00
1	Sistema para quema de gas (KOD + mechero + arrestallamas)	\$100,000.00
1	Bomba booster	\$42,000.00
-	Obra civil	\$60,000.00
-	Instalación (conexiones/accesorios/maquinaria)	\$110,000.00
	TOTAL	\$871,000.00

Tomado de *Costos referenciales EP PETROECUADOR*

2.1.5. Matriz de selección

Se escogieron los criterios de evaluación más significativos que permitan determinar la alternativa más conveniente para aplicar; a cada uno se atribuyó un porcentaje de ponderación de acuerdo a la importancia que se considera tendría al momento de implementarla para la medición de pruebas de producción de los pozos del campo AUCA en la Plataforma R.

Se utilizó una escala del 1 al 10 para evaluar los criterios, donde el valor 1 representa el cumplimiento más bajo de los parámetros de aceptación y el valor 10 indica el cumplimiento óptimo.

Se realizó la suma de las ponderaciones de cada alternativa y se seleccionó la alternativa con el mayor puntaje obtenido.

Tabla 17

Cuadro Comparativo Alternativas y Ponderación

CRITERIOS	Ponderación (%)	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
		Calificación	Ponder.	Calificación	Ponder.	Calificación	Ponder.	Calificación	Ponder.
Impacto ambiental de la operación	35%	1	0,35	5	1,75	8	3,5	1	0,35
Optimización del proceso	30%	5	1,5	6	1,8	8	2,4	9	2,7
Costo implementación	20%	5	1	6	1,2	8	1,6	2	0,4
Instalación (dificultad y tiempo)	10%	7	0,7	5	0,5	10	1	3	0,3
Costos mantenimiento	5%	6	0,3	8	0,4	7	0,35	8	0,4
TOTAL	100 %		3,85		5,65		8,15		4,15

2.1.6. Alternativa seleccionada

Después de analizar las distintas opciones y asignar las ponderaciones correspondientes, se selecciona la alternativa #3 que alcanza el mayor puntaje (8.15/10). La instalación de una unidad de medición multifásica Vx Dual es un sistema que permitirá eliminar el mechero para quema de gas asociado de la plataforma R y así cumplir la sentencia judicial del 2021 que ordena el retiro de los mecheros en las plataformas de producción de la Amazonía ecuatoriana.

Al comparar con las otras alternativas: tanto para instalar tanques de prueba adicionales, construcción de la línea de prueba o el separador de prueba insitu se mantiene la operación de un mechero para la quema de gas; cabe mencionar que cada vez se ha vuelto más común el evitar instalar facilidades en superficie que producen emisiones al ambiente, esto como parte de las buenas prácticas operacionales y Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas adicional al cumplimiento de regulaciones ambientales.

La instalación de un separador de prueba, tanques de prueba en la plataforma, construcción de una línea de prueba hasta la Estación de Proceso están asociados costos mucho mayores debido al diseño, construcción de la obra civil (cubetos de cemento, estructura, shelter) e instalación de los equipos y facilidades de producción necesarias, además que requieren de un tiempo considerable para realizar toda la instalación, a diferencia de la instalación de un medidor multifásico que no requiere mayor construcción de obra civil y de tamaño reducido.

El incremento de la cantidad de pozos y su potencial de producción son los motivos principales que han influido para que el sistema de medición hacia los tanques de prueba quede limitado. La unidad de medición multifásica VX Dual representa una excelente oportunidad para cuantificar de mejor manera la producción de los pozos de alto caudal debido a que al direccionar el fluido hacia la unidad se puede cuantificar durante el tiempo que se requiera sin limitación, mientras que al hacerlo a contratanque se tiene como limitante el volumen de almacenamiento de los tanques y que, dependiendo del aporte del pozo se podría evaluar solamente por unas horas hasta un nivel de fluido operativamente seguro en los tanques de prueba, sin llegar a ser una prueba representativa y aumentando la incertidumbre en la medición; además de estar condicionado a la técnica y habilidad del operador que realiza la medición del nivel con la cinta de aforo.

Si bien el costo mensual de mantenimiento de la unidad de medición multifásica es aproximadamente 10,000 USD, no se compara al costo que representa en caso de las otras tres alternativas el realizar un mantenimiento completo o mayor al tanque, separador o la línea.

La cuantificación del volumen de gas asociado abriría la posibilidad de considerar el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica para su aprovechamiento. Esta alternativa representa una excelente oportunidad para replicar en otras plataformas de producción por los beneficios que la unidad de medición multifásica ofrece operativamente.

2.2. Análisis Económico

2.2.1. Oferta y Demanda del Proyecto

Las condiciones operativas actuales de medición no son las adecuadas para llevar un control continuo de las pruebas de producción en los pozos, por lo que se necesita mejorar el sistema de medición de pruebas de pozo. De acuerdo con la matriz de selección planteada la mejor alternativa consiste en la Instalación de la unidad de medición multifásica VX Dual.

Se detallan los costos que requiere la operación del sistema propuesto y los que se eliminarían al reemplazar el sistema actual de medición:

- Luego de realizada la prueba a un pozo con la unidad multifásica, el fluido se direcciona directamente a la línea de producción, por lo que ya no se requiere del servicio del camión de vacío (*vacuum*) que transporta el fluido desde los tanques de prueba hacia la estación AUCA SUR. El costo del servicio de renta de un vacuum con capacidad de almacenamiento de 200 barriles es de 48 USD/hora, se factura por 22 horas diarias durante los 12 meses del año, lo que representa un costo anual de 380.160 USD.
- No se cuenta en la plataforma R con un operador de Isla fijo o con un ayudante de producción que se encargue de realizar la prueba de producción y todo lo que esto implica (direccionar, controlar y medir la altura del nivel de fluido en el tanque de prueba) por lo que el Operador Recorredor de la zona sur del campo AUCA se encarga de alinear cada prueba; cabe indicar que le corresponde además recorrer otras plataformas (PAD B, PAD D, PAD E, PAD H, PAD Q) por lo que se dificulta cubrir todas las plataformas por las distancias y las diferentes novedades operativas

que se van presentando en cada una de ellas. Instalando la unidad dual de medición multifásica ya no incurriría en la contratación del personal: 4 ayudantes de producción (2 por cada jornada de 14 días para cubrir los turnos de día y noche). Se considera un sueldo mensual de 1.015 USD para un ayudante de producción, lo que sumándole todas las obligaciones de ley se estima un valor de 1.409 USD/mes y representa un costo de nómina anual de 66.629 USD por el personal.

- Debido a las limitaciones del sistema de medición en la plataforma, vienen siendo recurrentes, aproximadamente cada 6 meses eventos ambientales que implican un gran problema para la Empresa; pues no solamente complica la relación con las comunidades de la zona y el Ministerio del Ambiente, también representan un gasto importante que puede variar dependiendo del área afectada y los recursos necesarios para la remediación ambiental. Se ha estimado un valor promedio por evento de 24.000 USD, que se detalla a continuación:

Tabla 18

Costo remediación evento ambiental estándar

Recursos	Duración trabajo: 10 días aprox.
Material	14.800 USD
Maquinaria	6.000 USD
Humano (8 personas)	3.200 USD
TOTAL	24.000 USD

Tomado de *Costos referenciales remediación ambiental EP PETROECUADOR*

Al considerar 2 eventos al año, implica un costo de 48.000 USD. Esta condición se puede mitigar con la instalación de la unidad de medición VX Dual, misma que al ser una unidad compacta en la que luego de cuantificarse los fluidos se redireccionan hacia la línea de producción no presenta este tipo de inconvenientes operacionales.

El implementar el sistema requiere asumir algunos costos operativos que permitirán la funcionalidad completa de la unidad de medición durante el tiempo:

- Cada trimestre se necesita realizar el mantenimiento a las partes internas de la unidad, el servicio de mantenimiento tiene un valor de 10.000 USD, representando un costo anual de 40.000 USD.

- Al ser tecnología nueva, se necesita contratar operadores especializados para el manejo correcto de la unidad de medición, con el conocimiento adecuado en el manejo del software para asegurar los resultados de las pruebas realizadas. Para este caso se consideran 2 operadores que cubrirían el trabajo del mes con jornada 14 – 14 días. El sueldo mensual del operador es de 1.500 USD, lo que sumándole todas las obligaciones de ley se estima un valor de 2.064 USD/mes y representa un costo de nómina anual de 48.044 USD por el personal.
- Para que el computador de flujo realice los cálculos y conversiones de las mediciones a las diferentes condiciones de línea a condiciones de superficie, se deben ingresar las propiedades del fluido en el software. Las propiedades son determinadas en laboratorio, el servicio de laboratorio con equipamiento de maquinaria e instrumentación necesaria para los ensayos tiene un costo mensual de 12.000 USD, que representa 144.000 USD al año. Este servicio puede ser analizado en el futuro para realizar los ensayos de laboratorio directamente en las instalaciones de la empresa.

2.2.2. Impacto del proyecto en la Empresa

El proyecto de la instalación de la unidad de medición multifásica Vx Dual permite cubrir la necesidad de mejora del sistema de medición de pruebas de pozos productores en la plataforma R del campo AUCA y es de interés para EP PETROECUADOR al estar alineado a los objetivos estratégicos (Plan Estratégico Empresarial de EP PETROECUADOR, 2022, p. 13)

- a) Innovación tecnológica al instalar Unidades de Medición Multifásica VX Dual en la plataforma “R” del Campo Auca para medir continuamente y con precisión los caudales de petróleo, agua y gas durante las pruebas de producción, como parte de un gerenciamiento oportuno y eficiente de las reservas petroleras.
- b) Eliminar la incertidumbre del sistema de medición actual asociada con limitado almacenamiento a la hora de probar pozos de alto potencial de producción.
- c) La implementación de estas unidades permitirá mantener la sostenibilidad de la empresa, optimizando los costos operacionales que conllevan el realizar las pruebas de producción de pozos con los sistemas convencionales.

El proyecto para Instalación de una unidad fija de medición multifásica Vx Dual se evalúa para un periodo de 10 años, con una tasa de descuento del 12% que es común en este tipo de proyectos y considera el 7,9% (tasa anual de interés pasiva efectiva - tomada de los datos del Banco Central del Ecuador Febrero 2024) y sumándole un porcentaje autoimpuesto del 4.1%.

2.3.1. Viabilidad

Para evaluar la viabilidad del proyecto, se emplearon los análisis de los indicadores financieros VAN, TIR y relación beneficio-coste, obteniéndose los siguientes resultados:

Se llevó a cabo el cálculo del flujo de caja para un período de 10 años: para el escenario con el sistema de medición de pruebas actual considerando todos los gastos que ocasiona y para el escenario implementando el sistema de medición con la unidad multifásica VX Dual incluyendo los costos asociados a su operación.

Comparando los dos escenarios se determina un VAN favorable al implementar la unidad de medición multifásica VX Dual.

A pesar de la inversión inicial, el sistema de medición multifásico resulta en ahorros a largo plazo al evitar costos adicionales asociados con el sistema de medición actual.

Al ser flujos negativos no se pudo determinar directamente un TIR y otros indicadores financieros, por lo que se calculó el ahorro al implementar la unidad de medición multifásica como caja de flujo positivo, obteniendo los siguientes indicadores:

- El cálculo del indicador financiero TIR muestra una máxima rentabilidad de esta alternativa del 42%, superior a la tasa de descuento del mercado.
- Se requiere de una inversión de \$662.800,00 USD para implementar el sistema de medición multifásico, dinero que sería recuperado en un periodo de 3 años.
- El costo-beneficio (B/C) es un indicador muy utilizado para la toma de decisiones acerca de la inversión y manejo de recursos; en este caso B/C es mayor a 1 lo que indica que los ahorros son superiores a los costos del sistema actual, por lo que el proyecto es rentable.

Se tiene una excelente oportunidad para replicar en otras plataformas de producción por los beneficios que la unidad de medición multifásica ofrece operativamente y como parte del cumplimiento de la sentencia judicial para el retiro de mecheros.

Por todo lo indicado y de acuerdo con los indicadores financieros se considera que el proyecto es muy rentable y sólido.

Es crucial monitorear de cerca el desempeño del proyecto, teniendo en cuenta los riesgos involucrados y evaluando la oportunidad de optimizar costos en el futuro para aumentar la rentabilidad.

CAPÍTULO III

PROCESOS DEL PROYECTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI®-PMBOK® V6.

3.1. Acta de Constitución del Proyecto

Este documento establece formalmente los objetivos, alcance, recursos y roles del proyecto. Funciona como una guía para todos los involucrados, ofreciendo una base estable para la organización y realización del proyecto. El documento contiene la justificación del proyecto, entregables previstos, riesgos identificados inicialmente y los criterios que definirán el éxito de este. También especifica al patrocinador y al gerente del proyecto, determinando su autoridad y compromisos. El acta de constitución en sí reconoce la existencia formal del proyecto y las directrices con las que el proyecto entra a desarrollo.

Tabla 20

Acta de Constitución del Proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN	
Título del Proyecto	Líder de Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma “R” del Campo Auca.	Jhonny Garrido Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada / Contratada
01 de Enero 2025	6 meses
Objetivo General	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA “R” del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 6 meses.	
Objetivos Específicos	
<ul style="list-style-type: none"> • Instalar y poner en marcha la unidad de medición multifásica dual, cumpliendo con todas las normativas y estándares pertinentes. • Desplegar un sistema de monitoreo en tiempo real que facilite la supervisión continua de las mediciones de la unidad de medición multifásica, la detección de 	

cualquier irregularidad en la producción de los pozos y la implementación de acciones correctivas de forma inmediata.

- Elaborar un programa de capacitación integral dirigido al personal operativo y técnico involucrado en el uso y mantenimiento de la unidad de medición multifásica para garantizar que el personal esté debidamente capacitado para utilizar esta tecnología de manera efectiva y segura, optimizando así su rendimiento y minimizando el riesgo de errores operativos.

Alineación de la organización con la estrategia

La unidad multifásica a implementarse en EP PETROECUADOR debe estar alineada a los objetivos estratégicos de. La medición continua y precisa de petróleo, agua y gas durante las pruebas de producción se relaciona directamente con el gerenciamiento oportuno y eficiente de las reservas petroleras. Optimizar los costos operacionales que se requieren al realizar las pruebas de producción de pozos con los sistemas convencionales se alinea al mantener la sostenibilidad de la empresa.

Identificación de la Problemática / Oportunidad

Existen plataformas en las que no se pueden tomar pruebas validadas porque no cuentan con la infraestructura adecuada, el departamento de operaciones requiere cuantificar de manera continua los caudales de producción de cada pozo para llevar un registro y reportar a la Agencia de Control y Regulación como parte del cumplimiento del reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas, y técnicamente por las siguientes razones:

- Conocer los parámetros operativos y tomar acciones de optimización.
- Cuantificar las reservas y por ende el valor económico de un campo.
- Analizar los resultados económicos de la inversión.

Las pruebas de producción de los pozos de la Plataforma R actualmente se realizan mediante el sistema conocido como a contratanque. Los fluidos que se extraen de los pozos en la plataforma son transportados por un sistema de bombeo electrosumergible (B.E.S), a través de la tubería de producción. Cada pozo produce simultáneamente petróleo, agua y gas, que son dirigidos hacia un manifold. Este manifold, es un conjunto compuesto de válvulas operadas manualmente que permite redirigir el flujo de un pozo específico hacia la línea de prueba. Luego, el fluido es conducido a los tanques de prueba, de los cuales hay dos, cada uno con una capacidad de 500 barriles y dispuestos en paralelo.

Posteriormente una vez el fluido se encuentra en estado de reposo o estático se mide el

nivel o altura del fluido alcanzando dentro del tanque de almacenamiento con la cinta de aforo desde la parte superior o boca de uno de los tanques y usando las tablas de calibración aprobadas y vigentes se determina el volumen aportado en el tiempo de evaluación.

Debido al potencial de producción de los pozos que se han ido perforando, al limitado volumen de almacenamiento y sumado a los problemas operativos el sistema actual ha quedado limitado.

Justificación del Proyecto

A consecuencia de los buenos resultados obtenidos en los últimos años con la perforación de nuevos pozos en la plataforma (PAD-R) del Campo Auca, se ha visualizado continuar con la inclusión de nuevos pozos para un futuro inmediato.

El incremento de la cantidad de pozos y su potencial de producción son los motivos principales que han influido para que el sistema de medición hacia los tanques de prueba quede limitado. La unidad de medición multifásica VX Dual representa una excelente oportunidad para cuantificar de mejor manera la producción de los pozos de alto caudal debido a que al direccionar el fluido hacia la unidad se puede cuantificar durante el tiempo que se requiera sin limitación, mientras que al hacerlo a contratanque se tiene como limitante el volumen de almacenamiento de los tanques y que, dependiendo del aporte del pozo se podría evaluar solamente por unas horas hasta un nivel de fluido operativamente seguro en los tanques de prueba, sin llegar a ser una prueba representativa y aumentando la incertidumbre en la medición; además de estar condicionado a la técnica y habilidad del operador que realiza la medición del nivel con la cinta de aforo.

Adicionalmente la instalación de una unidad de medición multifásica Vx Dual es un sistema que permitirá eliminar el mechero para quema de gas asociado de la plataforma R y así cumplir la sentencia judicial del 2021 que ordena el retiro de los mecheros en las plataformas de producción de la Amazonía ecuatoriana.

La medición del volumen de gas asociado abriría la puerta al desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica para su uso, ofreciendo una gran oportunidad para replicar este modelo en otras plataformas de producción.

Alcance del Proyecto

Define claramente los límites de lo que estará incluido y lo que quedará fuera del proyecto,

sirviendo de base para la estimación de costos, la planificación de la programación y la gestión de riesgos.

El alcance del proyecto en la instalación de una unidad multifásica en la plataforma implica la planificación, adquisición, instalación y puesta en marcha del equipo. Incluye la coordinación de actividades logísticas, la capacitación del personal operativo y un sistemas de monitoreo y control. Asimismo, incluye la integración con los sistemas actuales de la plataforma y la ejecución de pruebas operativas para asegurar su buen funcionamiento. Se asegurará de cumplir con los estándares de seguridad y normativas ambientales.

Entregables del Proyecto

El proyecto tendrá como entregables:

- Plan de Dirección del Proyecto.
- Unidad de medición multifásica VX instalada
- Software para análisis y procesamiento de la información.
- Diagrama de ingeniería de diseño, manuales de operación y dossier de calidad.
- Reportes en tiempo real de las pruebas en pozo.

Identificación de Grupos de Interés

- Gerencia General.
- Gerencia de Activo.
- Equipo de Trabajo.
- Jefatura de campo.
- Intendente de Producción.
- Supervisor de Producción.
- Ingeniería de Yacimientos.
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos No Renovables.
- Ministerio del Ambiente.
- Comunidad Local.
- Director de Proyecto.
- Proveedor.

Riesgos Macros

- Si se producen demoras en las adquisiciones de los equipos y liberaciones de materiales y la unidad multifásica VX pueden significar un retraso en el avance del proyecto y costos asociados a recursos adicionales.

- Si se produce cambios de las autoridades en la empresa, se podrían generar retrasos o incluso posponer la ejecución por dar prioridad a otros proyectos
- Si se producen cambios en la normativa ambiental con respecto al manejo de fuentes radioactivas, podría ocasionar demoras de la aprobación de permisos de funcionamiento.
- Si ocurren paralizaciones comunitarias durante la ejecución del proyecto pueden generarse desfases en el cronograma establecido.

Beneficios Colaterales

La unidad multifásica puede incrementar la eficiencia y la capacidad de producción de la plataforma petrolera al permitir la evaluación simultánea de diversas fases del pozo, incluyendo petróleo, gas y agua. Al optimizar la producción, la plataforma puede aumentar su rendimiento y rentabilidad, lo que resulta en mayores ingresos para la empresa.

Al integrar una unidad de medición multifásica en la plataforma se podrá reducir los costos operativos asociados. Esto incluye ahorros en transporte y en gastos debido a eventos ambientales. La reducción de estos costos puede mejorar la competitividad de la operación y contribuir a una mayor rentabilidad a largo plazo.

Nivel de Autoridad del Líder del Proyecto

Nivel de Autoridad	Área de Autoridad
Alto	Decisión sobre recursos, materiales y equipos
Alto	Resolución de conflictos
Medio	Ejecución de presupuesto
Alto	Decisiones del equipo de trabajo
Alto	Decisiones técnicas
Medio	Uso de reserva de contingencia

Supuestos

1. Personal técnico y operativo estará disponible para participar en el programa de entrenamiento.
2. Se supone que la infraestructura existente en la plataforma AUCA "R" es adecuada para la instalación de la unidad de medición multifásica dual.
3. Se asumen que los sistemas de conexión de red de la plataforma permiten la transmisión de datos a tiempo real.

4. Se considera que no existirán cambios en la normativa o regulaciones.	
Restricciones	
<ul style="list-style-type: none"> • El presupuesto asignado al proyecto no puede excederse de 725.000 USD. • El proyecto debe finalizarse en un plazo de 6 meses desde la fecha de inicio y no se permitirá ninguna extensión. • Se debe capacitar a los operadores en campo que actualmente trabajan en EP PETROECUADOR en el manejo de la unidad multifásica sin contar con la posibilidad de contratar personal externo. • Las Aprobaciones de los permisos para el manejo de fuentes radioactivas pueden provocar demoras significativas. 	
Hitos	
<ul style="list-style-type: none"> • Reunión de inicio de proyecto (KOM) jue 30/1/25 • Procura de equipos y materiales lun 28/4/25 • Finalización ingeniería mié 26/3/25 • Aprobación para operación de fuente radioactiva sáb 17/5/25 • Entrega de Manuales de operación y mantenimiento mié 4/6/25 	
Firmas de Responsabilidad	
Patrocinador: Gerente de Activo	Firma:
Líder del Proyecto: Jhonny Garrido / Jonathan Reyes	Firma:

3.2. Registro y análisis del involucramiento de los interesados

Esta sección trata la gestión de los involucrados en el proyecto, siguiendo las directrices del PMBOK. Se identifica y evalúa los stakeholders que podría influir en el proyecto, así como en la creación de estrategias para satisfacer sus expectativas y requisitos.

Tabla 21*Interesados Identificados*

ID STK	Stakeholder	Rol en el Proyecto
STK01	Gerencia General	Financiador
STK02	Gerencia de Activo	Patrocinador
STK03	Equipo de Trabajo	Ejecutor
STK04	Jefatura de campo	Cliente
STK05	Intendente de Producción	Cliente
STK06	Supervisor de Producción	Usuario Final
STK07	Ingenieros de Yacimientos	Interesado Indirecto
STK08	Agencia de Regulación y Control de Energía	Organismo de Gobierno
STK09	Ministerio del Ambiente	Organismo de Gobierno
STK10	Comunidad Local	Interesado Indirecto
STK11	Director de proyecto	Líder
STK12	Proveedor de unidad multifásica	Proveedor

El Plan de Gestión de Interesados se desarrolla detalladamente en la sección 4.6.

3.3. Gestión de Integración del proyecto

Permite asegurar que todas las partes del proyecto funcionen juntas. Consiste en coordinar y dirigir las fases del ciclo de vida del proyecto, desde el inicio hasta la finalización.

Este proceso comienza con la creación de un plan de proyecto, que describa de manera integral cómo se gestionará, incluyendo la definición clara de los objetivos, el alcance que determina sus límites y especificaciones, un cronograma con los plazos e hitos, un presupuesto detallado, una lista de recursos necesarios y una identificación de los riesgos potenciales.

Una vez desarrollado el plan del proyecto, es importante liderar y supervisar su ejecución. Esto implica coordinar todas las actividades del equipo del proyecto, solucionar problemas y tomar decisiones clave que garanticen que el proyecto avance según lo planeado. Durante la ejecución del proyecto, pueden surgir variaciones en aspectos clave, como el alcance, el cronograma, el presupuesto y otros elementos importantes. Es fundamental gestionar estos cambios manera efectiva, asegurando que no afecten negativamente al proyecto, El Plan de Gestión incluye procesos para evaluar, aprobar y gestionar estos cambios.

Además, la gestión de la integración implica asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad acordados para el proyecto. Mantener una comunicación clara y efectiva con todas las partes interesadas durante el proyecto. Se deben establecer canales de comunicación y proporcionar actualizaciones periódicas sobre el progreso del proyecto para resolver cualquier problema.

3.3.1. Ciclo de vida del proyecto

Se compone de diversas etapas, desde su inicio conceptual hasta su cierre final. Las fases están diseñadas para proporcionar una estructura y un marco de trabajo para la planificación, ejecución y control del proyecto. El ciclo de vida del proyecto ayuda a gestionar y organizar las actividades de manera sistemática y coherente a lo largo de todo el proyecto.

El proyecto se desarrolla mediante el enfoque predictivo, en la figura 2 se observan las fases del ciclo de vida: Inicio, Planeación, Ejecución, Control y Monitoreo y Cierre. La base de este enfoque es la planificación detallada que se realiza al inicio del proyecto.

Figura 16

Modelo Predictivo del Proyecto



Inicio

En esta fase se define un alcance claro y los objetivos del proyecto para la implementación de una Unidad Multifásica Vx Dual, se identifican y analizan los interesados y se establecen sus roles dentro del proyecto. Se va a realizar el acta de constitución con la cual se da el inicio formal al proyecto y se proporciona al Director del Proyecto la autoridad para utilizar los recursos para desarrollar el proyecto.

Planeación

Las actividades se van planificando una tras otra y se gestionan a partir de estimaciones sobre cómo se desarrollará el trabajo. Se define un plan de trabajo completo, identificando las tareas, los plazos, los recursos necesarios y se estiman lo más precisas posibles la duración y costos de cada actividad. Estas estimaciones se basan en datos históricos, experiencia del equipo y análisis detallados, con el objetivo de tener una visión acertada del proyecto. Se establece un cronograma de actividades con hitos y fecha de entrega. El plan de gestión para cada una de las áreas de conocimiento (alcance, cronograma, costo, recursos, calidad, interesados, riesgos y adquisiciones) es definido.

Ejecución

Se ejecutan las actividades planificadas según lo programado y se asegura que los entregables cumplan los requisitos que se establecieron inicialmente, para ello se necesita coordinar los recursos que se definieron en la etapa de Planeación. Con el avance en la ejecución se necesita gestionar los interesados del proyecto.

Monitoreo y Control

Se monitorea constantemente el avance real contra la planificación establecida, y se toman acciones correctivas cuando se detectan desviaciones.

La metodología a emplear será un enfoque predictivo, evaluando el rendimiento del proyecto en términos de costo, tiempo y alcance mediante el Análisis del Valor Ganado (EVM). Al comparar el presupuesto del proyecto (PV), el costo real (AC) y el valor ganado (EV), se puede determinar si el proyecto progresa hacia el cumplimiento de sus objetivos y si los recursos se están utilizando de manera eficiente.

Cierre

Para esta fase se realizan las actividades administrativas del proyecto. Se genera la documentación de cierre y todos los entregables deben estar completos. Se documentarán los resultados y registro de lecciones aprendidas para proyectos futuros. Un acta de cierre o un acta entrega – recepción final se realizará para recibir formalmente la aceptación del sponsor y se da por finalizado el proyecto.

3.3.2. Gestión Integrada de cambios

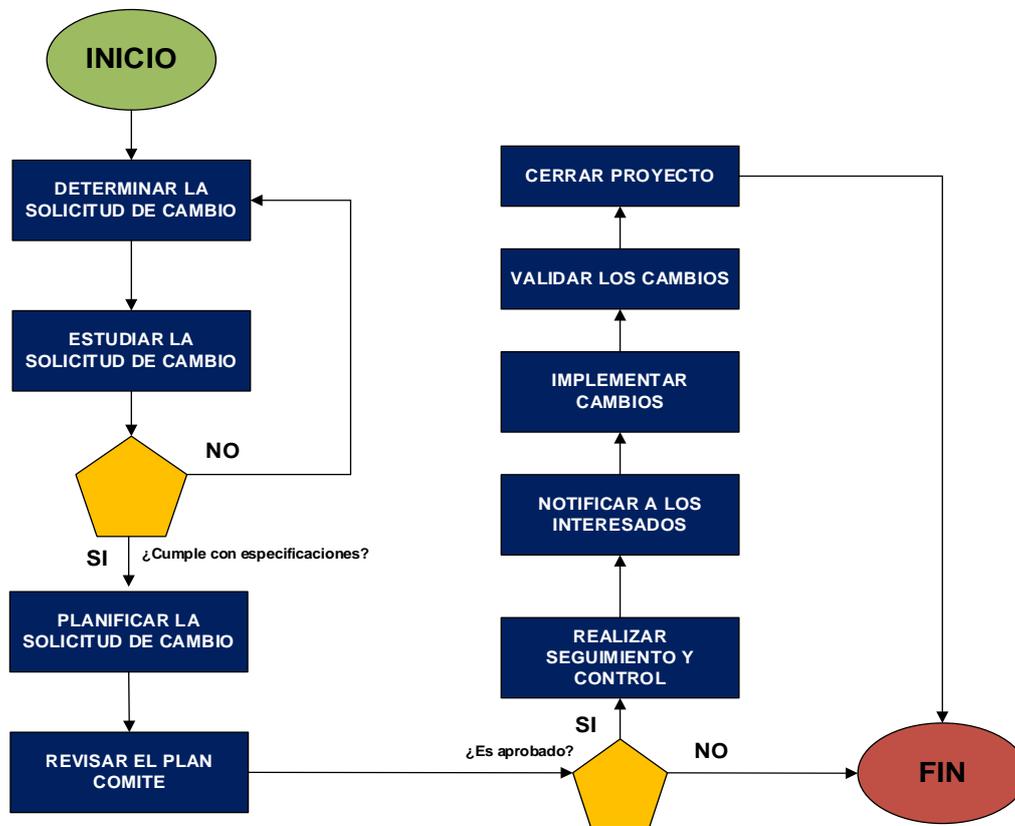
Facilita la gestión sistemática y eficaz de las modificaciones que puedan surgir durante el avance del proyecto. Este proceso implica la identificación, evaluación, implementación, toma de decisiones, y seguimiento de los cambios propuestos en varios aspectos del proyecto.

Los stakeholders del proyecto están autorizados para solicitar cambios. El Director del Proyecto puede solicitar cambios que afectan al alcance, el cronograma o el presupuesto, quien posee una visión sistémica del proyecto y sus objetivos. El personal del Equipo del Proyecto pueden identificar y proponer cambios para mejorar la eficiencia o resolver problemas inesperados. Adicionalmente, el Patrocinador del Proyecto puede solicitar cambios significativos que estén alineados con los intereses estratégicos de la empresa. Finalmente, los Interesados claves identificados en la matriz de interesados tienen la potestad de solicitar cambios, en especial si estos afectan o impactan directamente en sus áreas de interés.

En el proyecto, se gestionarán los cambios siguiendo el diagrama de flujo que se propone en la Figura 17. Implica inicialmente identificar cualquier modificación potencial que pueda surgir, a través de los interesados o por la identificación de problemas en el cumplimiento del proyecto. El cambio solicitado se registra en el formato adjunto **ANEXO 1**.

Figura 17

Flujograma gestión para solicitud de cambios



Con la solicitud de cambio, el Director y el Equipo del Proyecto evalúan cuidadosamente su alcance, el impacto en todas las áreas del proyecto y la disponibilidad de recursos. La revisión y aprobación del cambio propuesto es responsabilidad del Comité de Cambios.

Si un cambio es aprobado, se documenta y se actualizan los documentos del proyecto según sea necesario. Esto puede incluir la actualización del plan del proyecto, los cronogramas, los presupuestos y los requisitos del proyecto. Luego, el cambio se implementa de acuerdo con el plan establecido, lo que puede implicar ajustes en las actividades del proyecto, asignación de recursos adicionales o cambios en los procesos.

Una vez implementado, el cambio se monitorea y controla de cerca para asegurarse de que esté funcionando según lo previsto y que no cause impactos no deseados en otras áreas del proyecto.

Los cambios pueden solicitarse durante todo el proyecto. Si son al Inicio del Proyecto serían cambios menores que pueden ser considerados durante la fase de planificación, siendo los ajustes más fáciles de realizar.

En cada revisión de avance del proyecto, se permitirá la solicitud de cambios, siempre y cuando sean necesarios para asegurar el cumplimiento del proyecto. Para el cierre del proyecto ya no serán permitidos.

3.3.3. Registro de Lecciones Aprendidas

Constituye una herramienta donde se documenta las experiencias, éxitos, desafíos y soluciones encontradas durante la ejecución del proyecto. Este registro recopila información detallada sobre lo que funcionó bien y lo que no, las lecciones aprendidas, y las acciones tomadas para abordar problemas específicos. (Project Management Institute, 2017, p. 212).

Dentro del Registro de Lecciones Aprendidas, se incluye información detallada sobre cada lección aprendida, su descripción, cómo se produjo, el impacto que tuvo en el proyecto y las recomendaciones para abordarla. Se documentarán las lecciones aprendidas en el formato adjunto **ANEXO 2** que servirán como una base de conocimientos valiosa para el equipo de proyecto, proporcionando información crucial para futuros proyectos. El registro y la revisión serán responsabilidad de todos los miembros del equipo de trabajo, mientras que la aprobación recaerá en el Director del Proyecto y el Gerente de Activo, quien es el patrocinador, asegurando la alineación con los objetivos estratégicos de EP PETROECUADOR.

Las sesiones de lecciones aprendidas se llevarán a cabo después de finalizar cada hito que permitirá analizar y reflexionar sobre los aprendizajes de esos eventos y al cierre del Proyecto se hará una revisión completa para evaluar completamente como se desarrolló el mismo y registrar el aprendizaje y oportunidades de mejora.

Esta documentación ayudará a evitar la repetición de errores, identificar patrones y tendencias, optimizar la toma de decisiones y fomentar un ambiente de aprendizaje y desarrollo continuo. Se almacenará en un repositorio accesible a todo el equipo de proyecto, y se comunicará a los interesados a través de canales como redes sociales y reuniones periódicas.

3.3.4. Cierre del Proyecto

Constituye la etapa final en la que se completan todas las actividades y entregables necesarios para dar por finalizado el proyecto de manera formal. Se entrega el producto al cliente y se garantizará que las partes involucradas estén satisfechas con los resultados obtenidos. Para el proyecto se utilizará el formato propuesto en el **ANEXO 3** para la gestión de cierre.

En esta etapa se formará una comisión multidisciplinaria para garantizar un cierre ordenado, dicha comisión deberá elaborar un Informe mostrando el cierre del proyecto detallando el cumplimiento de los objetivos del proyecto, alcance, cronograma y presupuesto y un análisis de los resultados obtenidos. Además, se encargará de generar otros documentos necesarios para esta etapa: el checklist de Cierre que es una lista de verificación detallada donde se certifica que todos los requisitos y tareas del proyecto se hayan completado, incluyendo la entrega del producto de acuerdo a lo acordado y la elaboración y gestionar las firmas del acta de entrega – recepción, que es el documento formal que certifica la finalización del Proyecto, el mismo que deberá estar firmado por el Director del Proyecto, Patrocinador y los interesados.

Cabe mencionar que también se debe mantener un registro de las lecciones aprendidas y entregar toda la documentación técnica, incluyendo manuales de uso, mantenimiento y soporte técnico de la unidad de medición multifásica. La capacitación al personal es un entregable que se debe cumplir para garantizar que el usuario final tenga la preparación para operar la unidad de manera correcta.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO ALINEADO AL ESTANDAR DEL PMI®-PMBOK®V6.

4.1. Planificación de la Gestión del alcance

Este plan implica definir, preparar y establecer cómo se realizarán la verificación y el control del alcance. Incluye la creación de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la identificación de requisitos y la definición de los criterios para la aceptación del alcance del proyecto. (Project Management Institute, 2017, p. 59).

La revisión detallada del alcance del proyecto se lo seguirá tomando como referencia la línea base definida. Para lograr un seguimiento efectivo, se realizarán reuniones semanales con el patrocinador (Gerente de Activo), para verificar los avances alcanzados.

De surgir cambios en los paquetes de trabajo, serán gestionados a través del Control Integrado de Cambios una vez que se obtenga la aprobación correspondiente del Comité de Cambios. De esta manera, el proyecto se mantendrá alineado con los objetivos y requisitos establecidos, a través de un proceso de control y validación continua con el patrocinador.

4.1.1. Enunciado del alcance

Tabla 22

Plan de Gestión del Alcance

PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE		
Fecha	Nombre del Proyecto	Líder del Proyecto
01 Enero de 2025	Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.	Jhonny Garrido Jonathan Reyes
Objetivo del Proyecto		
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA "R" del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 12 meses.		
Justificación del Proyecto		

Como resultado del desarrollo del plan estratégico de la zona, se lograron buenos resultados con la perforación de nuevos pozos en la plataforma (PAD-R) del Campo Auca en los últimos años, lo que ha llevado a un aumento en la cantidad de pozos y, por ende, en el potencial de producción. Esto ha provocado que el sistema de medición actual hacia tanques de prueba se haya vuelto insuficiente.

La instalación de una unidad de medición multifásica VX Dual representa una oportunidad para cuantificar de mejor manera la producción de los pozos de alto caudal. A diferencia de la medición hacia los tanques de prueba, la unidad permite la cuantificación del fluido durante el tiempo que se necesite, sin las limitaciones del volumen de almacenamiento de los tanques. Esto aumenta la representatividad y precisión de la medición, en comparación con la técnica manual de medición de niveles.

Además, la instalación de esta unidad de medición multifásica permitiría eliminar el mechero para quema de gas asociado en la plataforma, dando cumplimiento a la sentencia judicial que ordena el retiro de los mecheros en las plataformas de producción de la Amazonía ecuatoriana. La medición precisa del volumen de gas asociado abriría la posibilidad de desarrollar proyectos para la generación de energía eléctrica, lo cual representa una oportunidad significativa para replicar este modelo en otras plataformas de producción.

Descripción del Producto

El producto final del proyecto radica en la entrega de una Unidad de Medición Multifásica Dual con fuente radioactiva completamente instalada y operativa en la plataforma AUCA "R". Esta unidad facilitará la medición precisa y continua de la producción de petróleo de los pozos, así como la visualización en tiempo real de las pruebas de producción. Para la implementación se realizará una planificación detallada de acuerdo a las mejores prácticas recomendadas en Guía PMBOK Secta edición.

Criterios de Aceptación

- La unidad de medición multifásica dual debe estar instalada y funcionando correctamente en la plataforma AUCA "R".
- El sistema de monitoreo en tiempo real debe tener la capacidad de identificar y notificar de manera inmediata cualquier irregularidad en las mediciones.
- El programa de capacitación debe haber sido completado por el personal operativo y técnico involucrado.

Entregables

- Plano de implantación de la unidad de medición multifásica dual.
- Diagrama de tubería e instrumentación.
- Instalación y puesta en marcha de la unidad de medición multifásica dual.
- Instalación del sistema de supervisión en tiempo real.
- Programa de capacitación para el personal operativo y técnico.
- Pruebas de funcionamiento de la unidad multifásica.
- Documentación detallada de los procesos y gestión de riesgos asociados.
- Dossier de calidad

Exclusiones

El proyecto no contempla lo siguiente:

- Licencias de software (AVOCET).
- Laboratorio equipado.
- Equipos de conexión de red para transmitir los datos hacia los servidores.
- Sistema de Generación eléctrica aislada.
- Personal para la operación de la unidad.

Restricciones

- El presupuesto asignado al proyecto no puede excederse de 725.000 USD.
- El proyecto debe ser completado dentro de 6 meses a partir de la fecha de inicio y no puede ser extendido.
- Se debe capacitar a los operadores en campo que actualmente trabajan en EP PETROECUADOR en el manejo de la unidad multifásica sin contar con la posibilidad de contratar personal externo.
- Las aprobaciones de los permisos para el manejo de fuentes radioactivas pueden provocar demoras significativas.

Supuestos

- Se asume que el personal técnico y operativo estará disponible para participar en el programa de entrenamiento y parte de las actividades del proyecto.
- Se supone que la infraestructura existente en la plataforma AUCA "R" es adecuada para la instalación de la unidad de medición multifásica dual, sin restricciones para la ejecución de las actividades.
- Se asume que los sistemas de conexión de red de la plataforma permiten la transmisión

de datos a tiempo real.

- Se considera que no existirán cambios significativos en la normativa durante la ejecución del proyecto.
- Se asume que no habrá cambio de autoridades en EP PETROECUADOR que no afecte a las actividades del proyecto.

4.1.3. Matriz de trazabilidad de requisitos

De acuerdo con el Guía PMBOK, la matriz de trazabilidad de requisitos es una herramienta que permite establecer la relación entre los requisitos y los entregables, permitiendo el seguimiento desde el origen hasta la entrega final.

Recopilación de requisitos

Se recopilarán y documentarán los requisitos del proyecto a través de reuniones y entrevistas con las partes interesadas. Estos requisitos cubrirán tanto las necesidades técnicas como las expectativas del cliente y las partes interesadas.

Tabla 23

Matriz de trazabilidad de requisitos

Identificación Requisito	Descripción del Requisito	Origen del Requisito	Prioridad	Estado	Vinculación a Entregables
REQ01	Ahorro en gastos operacionales y beneficios a largo plazo.	Patrocinador	Alta	Pendiente	Informe de Evaluación Costo - Beneficio
REQ02	Optimizar el proceso de medición de pruebas de producción de pozos.	Requisito Técnico	Alta	En Proceso	Diseño de la unidad de medición de acuerdo a requisitos
REQ03	Estándares de calidad en los resultados de la unidad multifásica.	Requisito Técnico	Alta	Pendiente	Procedimientos de control de calidad
REQ04	Obtención de permisos para uso de fuente radioactiva para operación.	Normativa ambiental	Alta	Pendiente	Aprobación de permisos para uso de fuente radioactiva
REQ05	Observancia de normativas de seguridad durante la operación de la unidad de medición.	Normativa SSA	Alta	Pendiente	Documentación detallada de los procesos y riesgos asociados

REQ06	Replicar en otras plataformas en las que se ha determinado la necesidad.	Cliente	Media	Pendiente	Evaluación del Proyecto y Revisión de lecciones aprendidas
REQ07	Documentación contractual vigente.	Contractual	Alta	Pendiente	Contrato legalizado y Pólizas vigentes
REQ08	Monitorear en tiempo real las mediciones de producción de petróleo	Cliente	Media	Pendiente	Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI Existente
REQ09	Reducción de impacto y protección del medio ambiente.	Ministerio del Ambiente	Alta	Pendiente	Puesta en marcha unidad de medición multifásica dual

Con los requisitos recopilados, se definen los compromisos necesarios para completar el proyecto, incluyendo una descripción detallada de los entregables y las tareas para alcanzarlos.

4.1.3. EDT

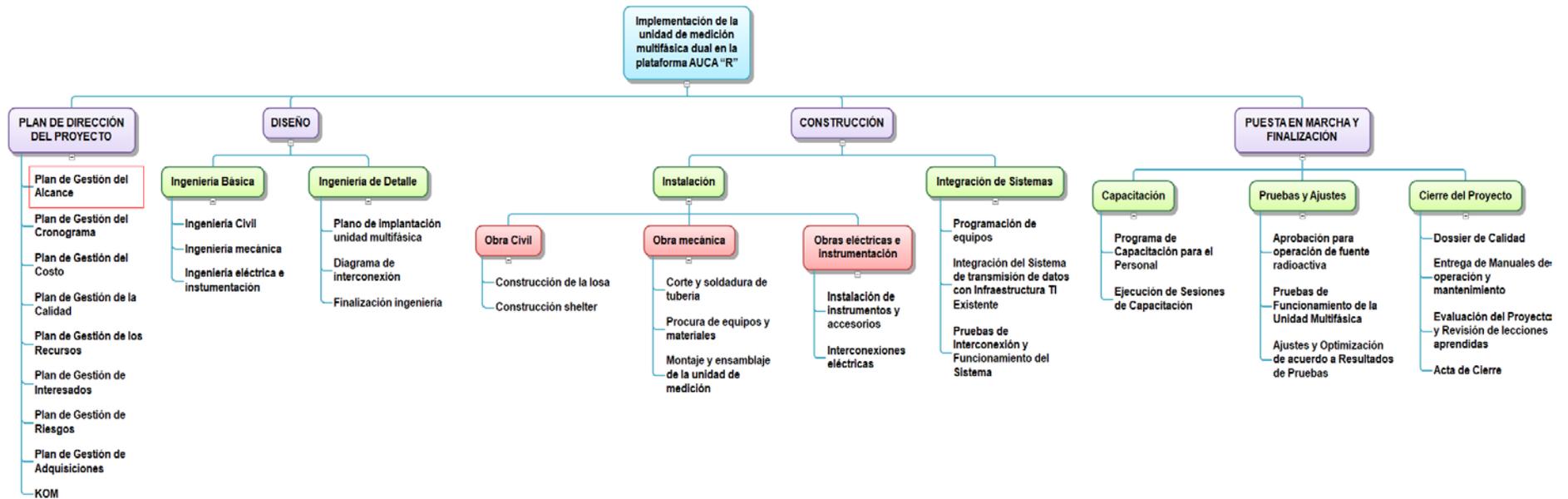
La EDT divide el trabajo del proyecto en componentes más manejables y claramente definidos. Se divide el trabajo del proyecto en tareas más pequeñas, lo cual simplifica su gestión y control. Estos elementos son tareas y entregables.

Los entregables se revisan contra los requisitos acordados con el cliente y partes interesadas y se someten a un proceso formal de aprobación, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y las expectativas del proyecto.

Para cada componente de la EDT se asignará una persona responsable, asegurando que todas las tareas del proyecto tengan una responsabilidad definida de realización o de gestión. Se desglosa hasta el nivel tres para gestionar y controlar efectivamente el trabajo. Mientras el nivel es más bajo proporciona mayor detalle sobre el trabajo.

Figura 18

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto



Nota. EDT con nivel 3 de desglose de trabajo, los paquetes de trabajo de cada fase con sus respectivos entregables.

4.1.4. Diccionario de la EDT

A continuación se detalla cada elemento de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), con descripciones específicas para asegurar la comprensión de las partes interesadas respecto a cada paquete de trabajo. Este documento incluye información sobre el propósito de cada componente, la asignación de recursos necesarios y los criterios claros de aceptación para evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Tabla 24

Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

CÓDIGO EDT / WBS		1.1. Plan de dirección del proyecto.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
Plan de dirección del proyecto.	<p>Establece el objetivo del proyecto, mejorar la precisión y eficiencia de las mediciones de pruebas de pozos. Delimita el alcance del proyecto, desde la evaluación de tecnologías existentes hasta la implementación.</p> <p>Se especifican roles y compromisos dentro del equipo, y se asignan recursos de manera eficiente. Se desarrolla un cronograma detallado y se identifican posibles riesgos, estableciendo estrategias de mitigación.</p>	Gerente de Proyecto	<p>Procesos para definir, verificar y controlar el alcance.</p> <p>Cronograma detallado con actividades a ejecutarse.</p> <p>Estimación de costos para la adquisición e instalación de la unidad multifásica.</p> <p>Plan de la calidad, diseñando procesos para garantizar que los requisitos de calidad se cumplan.</p> <p>Asignación de recursos, roles y responsabilidades e Identificación de las partes interesadas y sus expectativas.</p> <p>Identificación de posibles riesgos, amenazas y oportunidades para el proyecto.</p>	30 días / \$12,998.70	Gerente Proyecto Asistente.	<p>Especificaciones de diseño operativo y funcionalidad de la unidad multifásica.</p> <p>Verificación de interconexión con sistemas existentes.</p> <p>Conformidad con estándares de la empresa API, ISO, ASME).</p> <p>Asignación de responsables para la inspección y aceptación final de la unidad.</p> <p>Pruebas de integridad mecánica y hermeticidad.</p> <p>Realización y aprobación de pruebas de rendimiento.</p>

CÓDIGO EDT / WBS		1.2. Diseño				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.2.1. Ingeniería Básica.	1.2.1.1. Ingeniería Civil. Diseñar y gestionar la infraestructura necesaria como cimentaciones y estructuras, para la instalación de la unidad.	Ingeniero jefe del Proyecto	Diseños y planos de cimentación, estructuras y distribución eléctrica, análisis de suelos. Especificaciones mecánicas y eléctricas del equipo. Especificaciones técnicas de instrumentación. Plan de calibración y mantenimiento de la unidad.	42 días / \$15,881.25	Ingeniero civil. Eléctrico. Mecánico e instrumentación	Diseño estructural que garantice la integridad y seguridad.
	1.2.1.2. Ingeniería mecánica. Análisis y optimización de los sistemas y componentes mecánicos para resolver problemas técnicos y mejorar la eficiencia de la unidad.					Diseño de la unidad multifásica que cumpla con los requisitos de capacidad de producción, eficiencia y durabilidad.
	1.2.1.3. Ingeniería eléctrica e instrumentación. Diseño de un sistema de adquisición de datos que proporcione mediciones precisas en tiempo real.					Diseño del sistema eléctrico que cumpla con los requisitos de potencia, distribución y seguridad.

CÓDIGO EDT / WBS		1.2. Diseño				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.2.2. Ingeniería de Detalle	1.2.2.1. Plano de implantación unidad multifásica. Es un plano de requisitos técnicos, operativos y de ubicación de la unidad multifásica.	Ingeniero jefe del Proyecto	Planos de ubicación de los equipos, análisis de impacto, plan de instalación, procedimientos operativos.	13 días / \$2,681.25	Ingeniero mecánico.	Cumplimiento de especificaciones técnicas y precisión de los planos de la plataforma.
	1.2.2.2. Diagrama de interconexión. Es un plan para la ubicación óptima de la unidad multifásica en la plataforma, considerando factores como accesibilidad, seguridad y eficiencia operativa.		Diagrama detallado de las conexiones eléctricas entre la unidad y otros equipos en plataforma.			Precisión del diagrama de conexiones conforme a las especificaciones técnicas, claridad en las conexiones.
	1.2.2.3. Procura de equipos y materiales. Evaluación exhaustiva de proveedores, considerando experiencia, calidad del producto, plazos de entrega y costos.		Listas de equipos y materiales necesarios, plan de adquisiciones, solicitud de cotizaciones, evaluaciones de proveedores y contratos de compra.			Entrega oportuna de la unidad, equipos y materiales.

CÓDIGO EDT / WBS		1.3.1. Instalación				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.3.1.1. Obra Civil	1.3.1.1.1. Construcción de la losa. Desarrollo de planos detallados y especificaciones técnicas para la construcción de la infraestructura civil (losa).	Supervisor de Obra Civil.	Plano y diseño estructural de la losa.	26 días / \$27,318.22	Supervisor Civil. Cuadrilla Civil.	Garantía de que la losa y el shelter cumplen con los estándares de diseño y seguridad.

	1.3.1.1.2. Construcción shelter. Supervisión del proceso de construcción del shelter, cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y plazos establecidos.		Plano y diseño arquitectónico del shelter.		Material losa y estructura.	Finalización dentro del presupuesto y plazo establecidos.
--	--	--	--	--	-----------------------------	---

CÓDIGO EDT / WBS:		1.3.1. Instalación				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.3.1.2. Obra Mecánica	1.3.1.2.1. Corte y soldadura de tubería. Supervisión del proceso de corte, soldadura e integridad de tuberías, bajo los estándares de calidad y seguridad.	Supervisor Mecánico.	Entrega tubería cortada y soldada conforme a estándares de calidad y seguridad.	11 días / \$538,018.03	Supervisor Mecánico. Cuadrilla Mecánica. Soldador.	Integridad estructural de las soldaduras, ausencia de fugas.
	1.3.1.2.2. Montaje y ensamblaje de la unidad de medición. Supervisión y coordinación de acuerdo a los procedimientos y especificaciones técnicas establecidas por el proveedor.		Unidad de medición Multifásica ensamblada y en funcionamiento.		Equipo de suelda y herramientas. Set de tubería y flanges. Proveedor de la unidad multifásica.	Unidad multifásica en funcionamiento, alineación precisa y correcta operación.

CÓDIGO EDT / WBS:		1.3.1. Instalación.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.3.1.3. Obras eléctricas e instrumentación	1.3.1.3.1. Instalación de instrumentos y accesorios. Coordinación con los equipos obra civil, eléctrica e integridad mecánica la correcta instalación de los instrumentos, asegurando su estabilidad y funcionalidad.	Supervisor Eléctrico e Instrumentación.	Informe de instalación de la unidad multifásica, incluyendo el diseño eléctrico, la instrumentación utilizada y los procedimientos de prueba.	6 días / \$20,442.94	Supervisor Eléctrico e instrumentación. Ayudante Eléctrico e instrumentación.	Informe de la correcta conexión y calibración de todos los dispositivos, asegurando la funcionalidad y precisión de la unidad en la plataforma Auca-R.
	1.3.1.3.2. Interconexiones eléctricas. Diagramas eléctricos que muestren la interconexión de los instrumentos con los sistemas eléctricos existentes en la plataforma Auca-R.		Planos eléctricos que detallen las interconexiones para integrar la unidad multifásica en la plataforma petrolera Auca-R.		Bandejas y accesorios. Material eléctrico.	Informe de estabilidad del suministro eléctrico y la integridad de la conexión con la red de la plataforma.

CÓDIGO EDT / WBS:		1.3. Construcción.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.3.2. Integración de Sistemas	1.3.2.1. Programación de equipos. Configurar los equipos tecnológicos (laptop/software).	Ingeniero de Integración de Sistemas.	Plan de programación que garantice la integración eficiente de la unidad multifásica	9 días / \$6,725.55	Programador. Laptop con software.	Cumplimiento del calendario de instalación sin retrasos significativos.
	1.3.2.2. Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI existente. Evaluación de la integración del sistema de transmisión de datos con la infraestructura de tecnologías de la información (TI) existente en la plataforma, con el objetivo de obtener datos en tiempo real.		Informe sobre la integración del sistema de transmisión de la unidad multifásica con la infraestructura de tecnologías de la información (TI) existente en la plataforma Auca-R.			Conexión sin fallos entre la unidad multifásica y la infraestructura TI existente en la plataforma.
	1.3.2.3. Pruebas de Interconexión y Funcionamiento del Sistema. Realización de pruebas exhaustivas de interconexión y funcionamiento del sistema de datos.		Informe de pruebas de interconexión y el funcionamiento del sistema.			Resultados precisos en la medición de pruebas de pozos.

CÓDIGO EDT / WBS:		1.4. Puesta en Marcha y Finalización.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.4.1. Capacitación.	1.4.1.1. Programa de Capacitación para el Personal. Evaluación de las habilidades y conocimientos del personal operativo respecto a las nuevas tecnologías y procedimientos requeridos para el proyecto.	Coordinador de Capacitación de Recursos Humanos en conjunto del especialista en el manejo de la unidad multifásica.	Programa de capacitación del funcionamiento, mantenimiento y seguridad d la unidad multifásica.	10 días / \$3,622.50	Especialista en manejo de la unidad. Logística y material didáctico para curso.	Información completa de los temas relevantes sobre las nuevas tecnologías en el manejo de la unidad multifásica.
	1.4.1.2. Ejecución de Sesiones de Capacitación. Preparación del lugar y asignación de los recursos necesarios para realizar las sesiones de capacitación.		Presentaciones, documentos de capacitación que cubran el funcionamiento, mantenimiento y protocolos de seguridad de la unidad multifásica.			

CÓDIGO EDT / WBS:		1.4. Puesta en Marcha y Finalización.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.4.2. Pruebas y Ajustes	<p>1.4.2.1. Pruebas de Funcionamiento de la Unidad Multifásica. Elaboración de pruebas exhaustivas de la unidad multifásica de acuerdo con el plan establecido. Comparar resultados con los métodos tradicionales.</p>	<p>Ingeniero Mecánico, Ingeniero eléctrico e instrumentación y el programador. Adicional estarna los supervisores que estarán encargado directos en el desarrollo de las actividades durante las pruebas y ajustes para el arranque de la unidad.</p>	<p>Informe detallado que documente las pruebas de funcionamiento de la unidad multifásica</p>	<p>11 días / \$11,292.05</p>	<p>Ingeniero Mecánico. Supervisor Mecánico. Ingeniero Eléctrico. Supervisor Eléctrico e instrumentación. Ingeniero Instrumentación. Programador.</p>	<p>Informe de operación correcta y estable de la unidad multifásica durante las pruebas.</p>
	<p>1.4.2.2. Ajustes y Optimización de acuerdo a Resultados de Pruebas. Análisis de resultados de las pruebas realizadas, identificar posibles problemas en el funcionamiento de la unidad multifásica y ajustar.</p>		<p>Informe detallado de los ajustes realizados y las optimizaciones implementadas en la unidad multifásica.</p>			<p>Informe de ajustes realizados para mejorar su rendimiento según los resultados obtenidos.</p>

CÓDIGO EDT / WBS:		1.4. Puesta en Marcha y Finalización.				
Paquete de Trabajo	Descripción Detallada	Responsable	Entregable asociado	Estimaciones de Tiempo y Costo	Recursos Asignados	Criterios de Aceptación
1.4.3. Cierre del Proyecto	<p>1.4.3.1. Dossier de Calidad. Reunir toda la documentación relacionada a la calidad del proyecto.</p> <p>Evaluar el rendimiento del proyecto en función de los objetivos establecidos, analizando el alcance, el cronograma, el presupuesto y la calidad del trabajo realizado.</p>	Ingenieros especialistas encargados del proyecto en conjunto con el Gerente de Proyecto.	Dossier de calidad.	14 días / \$16,398.03	Ingeniero Civil. Supervisor Civil. Ingeniero Mecánico. Supervisor Mecánico.	Dossier de calidad.
	<p>1.4.3.2. Evaluación del Proyecto y Revisión de lecciones aprendidas. Evidenciar las lecciones aprendidas, destacando tanto los aspectos positivos como los desafíos enfrentados durante la planificación.</p>		Informe de evaluación del proyecto y lecciones aprendidas que destaque los logros, desafíos y recomendaciones para futuros proyectos similares.		Ingeniero Instrumentación. Ingeniero eléctrico. Supervisor Eléctrico. Gerente Proyecto. Asistente.	Anexo de lecciones aprendidas para futuras mejoras y buenas prácticas.
	<p>1.4.3.3. Acta de Cierre. Preparar un acta de cierre que resuma los resultados del proyecto.</p>		Acta de cierre.			Informe de finalización del proyecto.

4.2. Planificación de la Gestión del cronograma

Se define las políticas, procedimientos y documentación requeridos para planificar, desarrollar, administrar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto, conforme al estándar PMBOK.

Tabla 25

Plan de Gestión del Cronograma

PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	
Nombre del Proyecto	Líder del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.	Jhonny Garrido Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada/Contratada
01 de Enero del 2024	6 meses
Objetivo del Proyecto	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA "R" del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 12 meses.	
Identificación de Actividades	
Se lo realiza usando la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) para determinar las tareas específicas requeridas para cumplir cada paquete de trabajo, por medio de reuniones de trabajo con el Equipo del Proyecto.	
Secuencia de actividades	
Se establecerán las dependencias de las tareas, siguiendo un flujo lógico y eficiente en la ejecución del proyecto, se le asignará un código a cada tarea. Para este proyecto se usará el diagrama de red para determinar la ruta crítica, en el que se visualiza la interdependencia de las actividades y las que pueden realizarse de forma simultánea para minimizar los tiempos de inactividad; e identificar posibles cuellos de botella que requieren ser gestionados correctamente.	

Estimación de Duraciones

La duración de cada actividad se la hace de forma análoga mediante la consulta y conocimiento de expertos (ingenieros de campo) y de bases de datos históricas de proyectos similares de ingeniería de acuerdo a la complejidad y considerando la liberación de materiales. La duración estimada está en el orden de 85% de precisión para eventos que duran menos de 5 días y del 95% para los que duran más, esto considerando tiempos de amortiguación para soportar los retrasos sin impactar en la fecha de finalización del proyecto. Las estimaciones se revisan y validan con el equipo y Director del Proyecto.

En las fases del Plan de Dirección de Proyecto, Diseño, Construcción, Puesta en Marcha y Cierre las actividades se realizarán en un horario laboral de lunes a domingo durante 11 horas al día, incluyendo días feriados y en una jornada de campo de 14 días de trabajo y 14 días de descanso; por lo que se contrata a 2 grupos de personal para cubrir los turnos.

Asignación de recursos

Se asignarán recursos humanos, materiales y financieros a cada actividad para garantizar una ejecución eficiente dentro de la duración estimada, evaluando la disponibilidad de los recursos identificados cuando se necesiten. Esto puede incluir la verificación de la disponibilidad de personal, de equipos y la adquisición de materiales.

Herramientas usadas

La creación del cronograma del proyecto integra las duraciones estimadas, las secuencias de actividades y las asignaciones de recursos para desarrollar un cronograma detallado. Las herramientas usadas son los softwares WBS Schedule Pro y Microsoft Project para diseñar y actualizar el diagrama de Gantt.

Control y Monitoreo

Se formalizarán reuniones semanales entre el Director del Proyecto y el Patrocinador, de 1 hora de duración y las observaciones resultantes se compartirán con el equipo de trabajo. La técnica que se utilizará es el Análisis del Valor Ganado para evaluar el rendimiento y las variaciones del cronograma en comparación con la línea base establecida. Cualquier cambio solicitado seguirá el diagrama de flujo propuesto para el Control Integrado de Cambios.

A través del Análisis del Valor Ganado, se calcularán indicadores como el Índice de

Desempeño del Cronograma (SPI) y la Variación del Cronograma (SV). Estos indicadores cuantificarán la diferencia entre el trabajo realizado y el trabajo programado, mostrando cualquier desviación o retraso en el cumplimiento de las actividades. El análisis periódico de estos indicadores de desempeño permitirá al equipo de proyecto identificar tendencias, problemas y riesgos que podrían afectar a los tiempos. en línea con la línea base del cronograma aprobada.

4.2.1. Cronograma

Tabla 26

Cronograma del Proyecto

ID	EDT	Nombre de tarea	Pred	Hitos	Dur (día)	Fecha Inicio	Fecha Fin
	1	Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA "R"			162	mié 1/1/25	mié 11/6/25
	1.1	PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO				mié 1/1/25	jue 30/1/25
A	1.1.1	Plan de Gestión del Alcance	Inicio		4	mié 1/1/25	sáb 4/1/25
B	1.1.2	Plan de Gestión del Cronograma	A		3	dom 5/1/25	mar 7/1/25
C	1.1.3	Plan de Gestión del Costo	B		4	mié 8/1/25	sáb 11/1/25
D	1.1.4	Plan de Gestión de la Calidad	C		4	dom 12/1/25	mié 15/1/25
E	1.1.5	Plan de Gestión de los Recursos	D		4	jue 16/1/25	dom 19/1/25
F	1.1.6	Plan de Gestión de Interesados	E		4	lun 20/1/25	jue 23/1/25
G	1.1.7	Plan de Gestión de Riesgos	F		4	vie 24/1/25	lun 27/1/25
H	1.1.8	Plan de Gestión de Adquisiciones	G		3	mar 28/1/25	jue 30/1/25
I	1.1.9	KOM	A,B,C,D,E,F,G,H	▣	0	jue 30/1/25	jue 30/1/25
	1.2	DISEÑO				vie 31/1/25	mié 26/3/25
	1.2.1	Ingeniería Básica				vie 31/1/25	jue 13/3/25
J	1.2.1.1	Ingeniería Civil	I		17	vie 31/1/25	dom 16/2/25
K	1.2.1.2	Ingeniería mecánica	I		24	vie 31/1/25	dom 23/2/25
L	1.2.1.3	Ingeniería eléctrica e instrumentación	K		18	lun 24/2/25	jue 13/3/25
	1.2.2	Ingeniería de Detalle				vie 14/3/25	mié 26/3/25
M	1.2.2.1	Plano de implantación unidad multifásica	L		7	vie 14/3/25	jue 20/3/25
N	1.2.2.2	Diagrama de interconexión	M		6	vie 21/3/25	mié 26/3/25
O	1.2.2.3	Finalización Ingeniería	N	▣	0	mié 26/3/25	mié 26/3/25
	1.3	CONSTRUCCIÓN				jue 27/3/25	sáb 17/5/25
	1.3.1	Instalación				jue 27/3/25	jue 8/5/25
	1.3.1.1	Obra Civil				jue 27/3/25	lun 21/4/25

P	1.3.1.1.1	Construcción de la losa	O		18	jue 27/3/25	dom 13/4/25
Q	1.3.1.1.2	Construcción shelter	P		8	lun 14/4/25	lun 21/4/25
	1.3.1.2	Obra mecánica				mar 22/4/25	vie 2/5/25
R	1.3.1.2.1	Corte y soldadura de tubería	Q		7	mar 22/4/25	lun 28/4/25
S	1.3.1.2.2	Procura de equipos	R	■	0	lun 28/4/25	lun 28/4/25
T	1.3.1.2.3	Montaje y ensamblaje de la unidad de medición	R, S		4	mar 29/4/25	vie 2/5/25
	1.3.1.3	Obras eléctricas e instrumentación				sáb 3/5/25	jue 8/5/25
U	1.3.1.3.1	Instalación de instrumentos y accesorios	T		3	sáb 3/5/25	lun 5/5/25
V	1.3.1.3.2	Interconexiones eléctricas	U		3	mar 6/5/25	jue 8/5/25
	1.3.2	Integración de Sistemas				vie 9/5/25	sáb 17/5/25
W	1.3.2.1	Programación de equipos	V		4	vie 9/5/25	lun 12/5/25
X	1.3.2.2	Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI Existente	W		3	mar 13/5/25	jue 15/5/25
Y	1.3.2.3	Pruebas de Interconexión y Funcionamiento del Sistema	X		2	vie 16/5/25	sáb 17/5/25
	1.4	PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN				sáb 17/5/25	mié 11/6/25
	1.4.1	Capacitación				dom 18/5/25	mar 27/5/25
Z	1.4.1.1	Programa de Capacitación para el Personal	Y		5	dom 18/5/25	jue 22/5/25
AA	1.4.1.2	Ejecución de Sesiones de Capacitación	Z		5	vie 23/5/25	mar 27/5/25
	1.4.2	Pruebas y Ajustes				sáb 17/5/25	mié 28/5/25
AB	1.4.2.1	Aprobación para operación de fuente radioactiva	Y	■	0	sáb 17/5/25	sáb 17/5/25
AC	1.4.2.2	Pruebas de Funcionamiento de la Unidad Multifásica	AB		7	dom 18/5/25	sáb 24/5/25
AD	1.4.2.3	Ajustes y Optimización de acuerdo a Resultados de Pruebas	AC		4	dom 25/5/25	mié 28/5/25
	1.4.3	Cierre del Proyecto				jue 29/5/25	mié 11/6/25
AE	1.4.3.1	Dossier de Calidad	AD		7	jue 29/5/25	mié 4/6/25
AF	1.4.3.2	Entrega Manuales de operación	AE	■	0	mié 4/6/25	mié 4/6/25
AG	1.4.3.3	Evaluación del Proyecto y Revisión de lecciones aprendidas	AF		5	jue 5/6/25	lun 9/6/25

Diagrama de Gantt

Para planificar, programar el proyecto y controlar su avance se realiza en el software Microsoft Project, en esta herramienta se registran las tareas, la duración de cada una que se representa con una barra horizontal y se observa su secuencia a lo largo del tiempo; se marcan los hitos importantes.

Se establece la secuencia de las tareas para determinar la duración total del proyecto, determinándose la ruta de crítica que constituye el camino más largo a través de las tareas interdependientes que tienen un margen de tiempo cero entre ellas y que pueden ocasionar retraso en la finalización del proyecto. La duración estimada del proyecto es de 162 días.

Figura 19

Diagrama de Gantt del Proyecto



4.3. Planificación de la Gestión del costo

Para desarrollar este plan, es esencial establecer un plan detallado que contemple cómo se estimarán, presupuestarán y controlarán los costos a lo largo de la ejecución del proyecto.

Tabla 27

Plan de Gestión del Costo

PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO	
Nombre del Proyecto	Líder del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma “R” del Campo Auca.	Jhonny Garrido Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada/Contratada
01 de Enero del 2024	6 meses
Objetivo del Proyecto	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA “R” del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 12 meses.	
Estimación de Costos	
<p>La estimación de costos se lo realizará de manera análoga utilizando listas de materiales, costos de mano de obra, y costos de adquisición de equipos y materiales de proyectos de ingeniería existentes. De esta data disponible se calcularán los costos asociados a las actividades del proyecto, con los que se establecerá una línea base de costos precisa y confiable.</p> <p>Para estimaciones que no se encuentren disponibles en la data histórica se recopilarán datos de benchmarks de la industria y valores de mercado para mantener la precisión en la estimación. El equipo del Proyecto validará las estimaciones junto a los interesados clave.</p>	

Presupuestación de Costos

Con el costo de las estimaciones de todas las tareas, se obtiene el costo total, que implica consolidar las estimaciones. Para determinar el presupuesto se incluye la reserva de contingencia acordada que será del 10% del costo total, esta reserva proporciona un colchón financiero para solventar imprevistos y asegurar que el proyecto cumpla con el presupuesto establecido. El presupuesto permitirá la aprobación de la línea base de costos y será utilizado como referencia para el monitoreo y control del rendimiento de costos a lo largo del proyecto.

El presupuesto se presentará para la aprobación de la Gerencia General que es el Financiador y a la Gerencia de Activo que actúa como Patrocinador.

Monitoreo y Control

Se utilizará la técnica del Valor Ganado (EVM) para monitorear el desempeño de costos del proyecto. EVM compara el valor del trabajo completado con respecto al costo real (Costo Real, AC) y el costo planeado (Valor Planeado, PV).

Se calcularán indicadores clave de rendimiento como el Índice de Desempeño de Cronograma (SPI) y el Índice de Desempeño de Costos (CPI) para evaluar si el proyecto está dentro del presupuesto y si se está realizando según lo planeado.

Se utilizará el procedimiento de control integrado de cambios propuesto en el capítulo 3 sección 3.3.2. Gestión Integrada de Cambios para gestionar las modificaciones que puedan surgir durante el planteamiento del proyecto, considerando el impacto en el presupuesto y tomando decisiones informadas.

Tabla 28

Listado de Costos del Proyecto

	Costo	Tasa por Hora
Material	USD	USD
Unidad Multifásica VX	\$480.000,00	
Set de tubería y flanges	\$51.000,00	
Material losa	\$10.000,00	
Material shelter	\$4.800,00	
Bandejas y accesorios	\$10.220,00	

Material eléctrico	\$8.600,00	
Laptop con software	\$4.800,00	
Equipo de suelda y herramientas	\$700,00	
Logística y material didáctico para curso	\$1.560,00	
Recurso Humano		
Director Proyecto		\$32,15
Programador		\$19,45
Asistente		\$7,24
Ingeniero Civil		\$18,75
Supervisor Civil		\$15,00
Cuadrilla Civil (3 personas - valor c/uno)		\$9,59
Ingeniero Mecánico		\$18,75
Supervisor Mecánico		\$15,00
Cuadrilla Mecánica (2 personas - valor c/uno)		\$9,59
Soldador		\$12,25
Ingeniero Eléctrico		\$18,75
Supervisor Eléctrico e instrumentación		\$15,00
Ayudante Eléctrico e instrumentación		\$9,59
Ingeniero Instrumentación		\$18,75
Especialista en manejo de la unidad		\$18,75

Nota. Estos costos estimados se obtuvieron de proyectos de Ingeniería existentes en la base de datos de desarrollados en la empresa, para los que no se disponían se hizo la consulta a Proveedores. Tomado de *Listado de costos Referenciales EP PETROECUADOR*

4.3.1. Presupuesto

Tabla 29

Presupuesto del proyecto

ID	EDT	Nombre de tarea	Predecesora	Duración	Comienzo	Fin	Costo
	1	Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA "R"		162	mié 1/1/25	mié 11/6/25	\$655.378,52
	1.1	PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO			mié 1/1/25	jue 30/1/25	\$12.998,70
A	1.1.1	Plan de Gestión del Alcance	Inicio	4	mié 1/1/25	sáb 4/1/25	\$1.733,16
B	1.1.2	Plan de Gestión del Cronograma	A	3	dom 5/1/25	mar 7/1/25	\$1.299,87
C	1.1.3	Plan de Gestión del Costo	B	4	mié 8/1/25	sáb 11/1/25	\$1.733,16
D	1.1.4	Plan de Gestión de la Calidad	C	4	dom 12/1/25	mié 15/1/25	\$1.733,16
E	1.1.5	Plan de Gestión de los Recursos	D	4	jue 16/1/25	dom 19/1/25	\$1.733,16
F	1.1.6	Plan de Gestión de Interesados	E	4	lun 20/1/25	jue 23/1/25	\$1.733,16
G	1.1.7	Plan de Gestión de Riesgos	F	4	vie 24/1/25	lun 27/1/25	\$1.733,16
H	1.1.8	Plan de Gestión de Adquisiciones	G	3	mar 28/1/25	jue 30/1/25	\$1.299,87
I	1.1.9	KOM	A,B,C,D,E,F,G,H	0	jue 30/1/25	jue 30/1/25	
	1.2	DISEÑO			vie 31/1/25	mié 26/3/25	\$18.562,50
	1.2.1	Ingeniería Básica			vie 31/1/25	jue 13/3/25	\$15.881,25
J	1.2.1.1	Ingeniería Civil	I	17	vie 31/1/25	dom 16/2/25	\$3.506,25
K	1.2.1.2	Ingeniería mecánica	I	24	vie 31/1/25	dom 23/2/25	\$4.950,00
L	1.2.1.3	Ingeniería eléctrica e instrumentación	K	18	lun 24/2/25	jue 13/3/25	\$7.425,00
	1.2.2	Ingeniería de Detalle			vie 14/3/25	mié 26/3/25	\$2.681,25
M	1.2.2.1	Plano de implantación unidad multifásica	L	7	vie 14/3/25	jue 20/3/25	\$1.443,75
N	1.2.2.2	Diagrama de interconexión	M	6	vie 21/3/25	mié 26/3/25	\$1.237,50
O	1.2.2.3	Finalización Ingeniería	N	0	mié 26/3/25	mié 26/3/25	
	1.3	CONSTRUCCIÓN			jue 27/3/25	sáb 17/5/25	\$592.504,74
	1.3.1	Instalación			jue 27/3/25	jue 8/5/25	\$585.779,19
	1.3.1.1	Obra Civil			jue 27/3/25	lun 21/4/25	\$27.318,22
P	1.3.1.1.1	Construcción de la losa	O	18	jue 27/3/25	dom 13/4/25	\$18.666,46

Q	1.3.1.1.2	Construcción shelter	P	8	lun 14/4/25	lun 21/4/25	\$8.651,76
	1.3.1.2	Obra mecánica			mar 22/4/25	vie 2/5/25	\$538.018,03
R	1.3.1.2.1	Corte y soldadura de tubería	Q	7	mar 22/4/25	lun 28/4/25	\$55.275,11
S	1.3.1.2.2	Procura de equipos	R	0	lun 28/4/25	lun 28/4/25	
T	1.3.1.2.3	Montaje y ensamblaje de la unidad de medición	R, S	4	mar 29/4/25	vie 2/5/25	\$482.742,92
	1.3.1.3	Obras eléctricas e instrumentación			sáb 3/5/25	jue 8/5/25	\$20.442,94
U	1.3.1.3.1	Instalación de instrumentos y accesorios	T	3	sáb 3/5/25	lun 5/5/25	\$11.031,47
V	1.3.1.3.2	Interconexiones eléctricas	U	3	mar 6/5/25	jue 8/5/25	\$9.411,47
	1.3.2	Integración de Sistemas			vie 9/5/25	sáb 17/5/25	\$6.725,55
W	1.3.2.1	Programación de equipos	V	4	vie 9/5/25	lun 12/5/25	\$855,80
X	1.3.2.2	Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI Existente	W	3	mar 13/5/25	jue 15/5/25	\$641,85
Y	1.3.2.3	Pruebas de Interconexión y Funcionamiento del Sistema	X	2	vie 16/5/25	sáb 17/5/25	\$5.227,90
	1.4	PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN			sáb 17/5/25	mié 11/6/25	\$31.312,58
	1.4.1	Capacitación			dom 18/5/25	mar 27/5/25	\$3.622,50
Z	1.4.1.1	Programa de Capacitación para el Personal	Y	5	dom 18/5/25	jue 22/5/25	\$1.031,25
AA	1.4.1.2	Ejecución de Sesiones de Capacitación	Z	5	vie 23/5/25	mar 27/5/25	\$2.591,25
	1.4.2	Pruebas y Ajustes			sáb 17/5/25	mié 28/5/25	\$11.292,05
AB	1.4.2.1	Aprobación para operación de fuente radioactiva	Y	0	sáb 17/5/25	sáb 17/5/25	
AC	1.4.2.2	Pruebas de Funcionamiento de la Unidad Multifásica	AB	7	dom 18/5/25	sáb 24/5/25	\$6.641,25
AD	1.4.2.3	Ajustes y Optimización de acuerdo a Resultados de Pruebas	AC	4	dom 25/5/25	mié 28/5/25	\$4.650,80
	1.4.3	Cierre del Proyecto			jue 29/5/25	mié 11/6/25	\$16.398,03
AE	1.4.3.1	Dossier de Calidad	AD	7	jue 29/5/25	mié 4/6/25	\$9.240,00
AF	1.4.3.2	Entrega Manuales de operación	AE	0	mié 4/6/25	mié 4/6/25	
AG	1.4.3.3	Evaluación del Proyecto y Revisión de lecciones aprendidas	AF	5	jue 5/6/25	lun 9/6/25	\$6.291,45
AH	1.4.3.4	Acta de Cierre	AG	2	mar 10/6/25	mié 11/6/25	\$866,58

El Presupuesto Total = Estimación de Costos + Reserva Contingencia = \$655.378,52 + \$65.537,85 = \$720.916,37

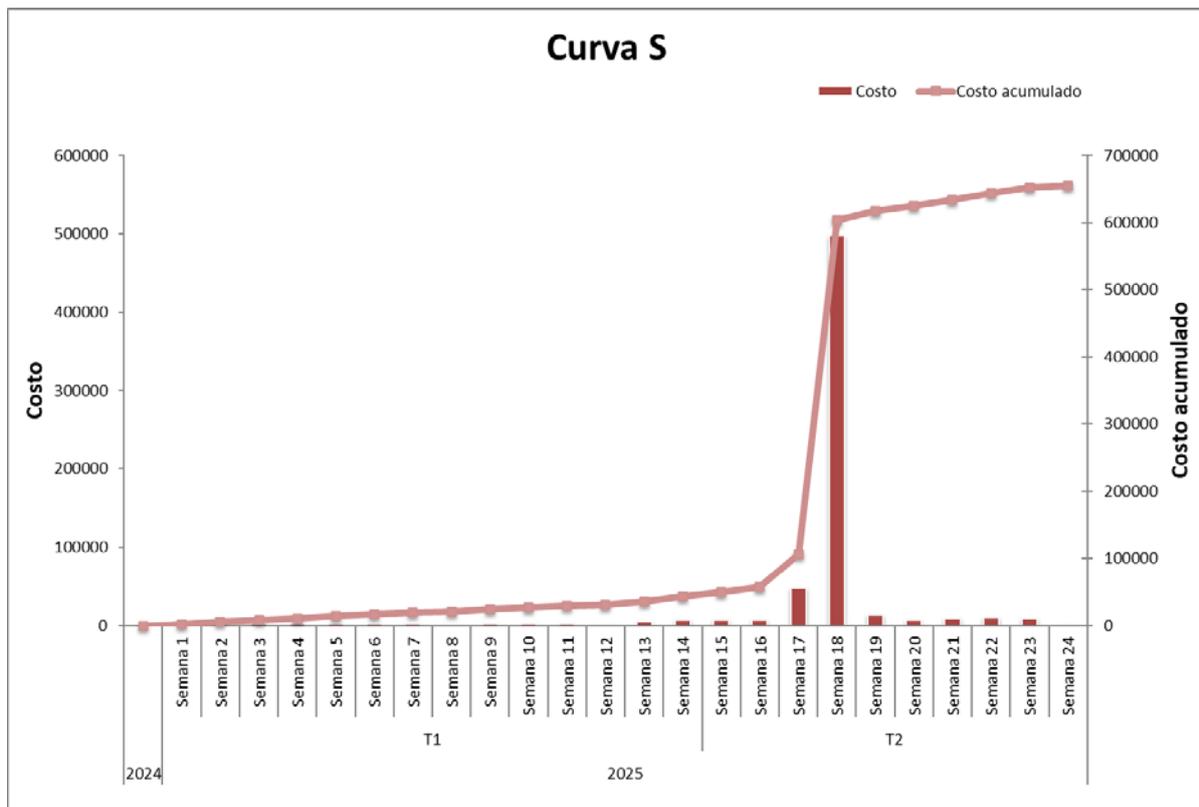
4.3.2. Curva S

Esta Curva S sirve para evaluar el impacto de los cambios en el alcance o en los recursos del proyecto. Cualquier desviación significativa en la curva puede indicar la necesidad de ajustar el plan del proyecto o realizar acciones correctivas.

Se realizará un seguimiento continuo de los costos por lo que se planifican reuniones semanales entre el Patrocinador y el Director del Proyecto; y se utilizará la herramienta de la Curva S, para comparar los costos reales con el presupuesto programado e identificar desviaciones que requieran tomar medidas correctivas para asegurar el avance en la ejecución del proyecto.

Figura 20

Curva S programada



Nota. La figura muestra la distribución de los costos planificados a través del tiempo. Los costos reales incluidos en la ejecución ayudarán a determinar el desempeño del proyecto.

4.4. Planificación de la gestión de la calidad

Esta planificación implica identificar estándares de calidad y los requisitos necesarios para mejorar la medición de pruebas de pozos petroleros y sus entregables. Además, se documentará cómo el proyecto llega a demostrar el cumplimiento de estos requisitos, estableciendo un marco que garantice que las expectativas de calidad sean claras y que los métodos para alcanzarlas sean efectivos y medibles. Este paso es fundamental para asegurar la excelencia en la ejecución del proyecto y la satisfacción de las partes interesadas. (Guía PMBOK Sexta Edición, 2017, pp. 23-24)

Tabla 30

Plan de Gestión de la Calidad

PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	
Nombre del Proyecto	Director del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma “R” del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Objetivo del Proyecto	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA “R” del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 6 meses.	
Política de Calidad	
Se aplicará el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) de EP PETROECUADOR, mismo que se aplica en todos los procesos operativos y administrativos que están vinculados con la exploración, producción, transporte, refinación, almacenamiento y venta nacional e internacional de hidrocarburos y sus productos, este sistema al cual se alineará el proyecto corresponde a la Norma ISO 9001:2015.	
La empresa, adicionalmente debe cumplir con los siguientes estándares	

internacionales:

- Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional basado en el estándar OSHAS 18001:2007.
- Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma ISO 14001:2015.
- Sistema de Gestión de Antisoborno basado en la Norma ISO 37001:2016.
- Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 - acreditación de laboratorios.
- Sistema de Gestión de Seguridad de Información basado en la Norma ISO 27001 y el Esquema Gubernamental de seguridad de la información (PETROECUADOR, 2022, p. 19).

Adicional al plan de la calidad de EP PETROECUADOR, en la parte técnica y constructiva se debe cumplir para las tareas mecánicas y civiles la Norma ASME para obras civiles (VIII, división 2) y mecánicas (sección IX). De igual manera dentro del control de calidad hacia el proveedor se debe constatar los parámetros de calidad de la unidad Vx bajo la Asociación Canadiense de Normas (CSA), cuya certificación y estándares asegura que productos y servicios cumplan con los exigencias de calidad y seguridad.

Aseguramiento de la Calidad (QA)

El aseguramiento de la calidad (QA) comprende tareas enfocadas a la instalación de la unidad multifásica Vx, para lo cual se realizarán las siguientes actividades:

- 1) Selección de proveedores, asegurando que los seleccionados cumplan con los estándares de calidad y suministren equipos confiables y de alta calidad. Además, se elaborará un resumen comparativo de las distintas unidades presentadas por los proveedores, detallando las características técnicas de cada una.
- 2) Pruebas de aceptación de fábrica (FAT), una vez que se tenga la aceptación de la mejor propuesta del proveedor por parte del equipo en campo, se solicitarán las especificaciones técnicas y las pruebas exhaustivas en fábrica para verificar que los equipos cumplan con las especificaciones y funcionen correctamente antes de la instalación en la plataforma.
- 3) Inspecciones técnicas de la instalación de los equipos en la plataforma antes y durante la instalación, asegurando la instalación correcta y cumplimiento de los estándares de calidad, solicitados por EP PETROECUADOR.
- 4) Pruebas de integración para garantizar que la unidad multifásica funcione correctamente y proporcione mediciones precisas de los pozos de los que se realiza

la prueba.

- 5) Establecer un programa de calibración regular para asegurar la precisión continua de los equipos y las mediciones realizadas, esto se lo ejecutará principalmente en las válvulas neumáticas.
- 6) Capacitación del personal encargado de operar los equipos para garantizar su uso adecuado y la obtención de mediciones precisas en los pozos de la plataforma.

Actividades de la Calidad (QC)

- 1) Verificación de especificaciones para asegurar que las unidades y equipos recibidos cumplan con los requisitos técnicos y de calidad establecidas.
- 2) Inspecciones de recepción a la unidad y equipos al momento de la entrega para identificar posibles defectos o daños durante el transporte de la unidad desde el lugar de procedencia.
- 3) Se solicitará las pruebas de funcionalidad de la unidad y equipos antes de la instalación para certificar que operen correctamente.
- 4) Pruebas en sitio (UAT), el equipo técnico en conjunto con el proveedor realizará pruebas en el sitio de instalación para confirmar el correcto funcionamiento de la unidad en condiciones reales de operación, es decir verificar que la unidad funcione en conjunto con el equipo tecnológico y validar con distintas pruebas a pozos.
- 5) La unidad deberá estar debidamente calibrada según las especificaciones del fabricante y los requisitos del proyecto, con las condiciones de acuerdo a las características de los pozos de la plataforma.
- 6) El equipo en campo será el responsable de realizar un control de monitoreo para seguir el desempeño de la unidad multifásica y estar pendiente por cualquier desviación o problema durante las mediciones.

Documentación

Todas estas actividades que se han identificado permiten establecer un plan de inspección y pruebas (ITP), mismo que se adjunta en el **ANEXO 4**, donde se detalla las actividades de control de calidad para cada proceso, su procedimiento, norma de aceptación y el documento con el que se verificarán los criterios que deben cumplir.

Tabla 31

Línea Base de la Calidad

Código EDT	Nombre de la Tarea	Requisitos	Métricas	Entregables	Frecuencia	Responsable
1.	Implementación de la Unidad de Medición Multifásica Dual en la plataforma AUCA-R					
1.1.	Plan de dirección del proyecto.	Establecer objetivos, definir roles y responsabilidades, planificar recursos y cronograma, procesos de comunicación y riesgos para garantizar el éxito del proyecto.	Tasa de cumplimiento del plan de dirección del proyecto.	Plan de Dirección del Proyecto	Antes de iniciar el proyecto	Gerente Proyecto
1.2.	Diseño					
1.2.1.	Ingeniería Básica					
1.2.1.2.	Ingeniería Civil	Integración precisa	Tasa de instalación y montaje.	Informe de validación de instalación.	Luego de la Instalación.	Ingeniero Civil.
1.2.1.2.	Ingeniería Mecánica	Asegurar la compatibilidad estructural y funcionalidad mecánica.	Tasa de fallos mecánicos.	Informe de evaluación mecánica.	Mensual.	Ingeniero Mecánico.
1.2.1.3.	Ingeniería Eléctrica e Instrumentación	Integridad eléctrica y precisión de la instrumentación.	Tiempo de inactividad por fallos eléctricos.	Informe de integración eléctrica e instrumentación	Mensual.	Ingeniero Eléctrico.
1.2.2.	Ingeniería de Detalle					
1.2.2.1.	Plano de	Diseño mecánico.	Tiempo de entrega.	Informe final de la	En la	Ingeniero

Código EDT	Nombre de la Tarea	Requisitos	Métricas	Entregables	Frecuencia	Responsable
	implantación unidad multifásica.			infraestructura.	instalación y prueba	Eléctrico.
1.2.2.2.	Diagrama de interconexión.	Diseño eléctrico	Precisión en la medición con un margen de error de 5%	Informe de conexiones eléctricas.		
1.2.2.3.	Finalización ingeniería.	Instalación de la unidad	Operatividad de la unidad.	Unidad instalada en sitio de pozos.		
1.3.	Construcción					
1.3.1.	Instalación					
1.3.1.1.	Obra Civil					
1.3.1.1.1.	Construcción de la losa.	Garantía de carga dinámica y estática.	Capacidad de carga de 500 kN/m ² sin deformaciones superiores a 2 mm	Estructura de losa en la plataforma	En la instalación de la unidad.	Supervisor Civil. Cuadrilla Civil.
1.3.1.1.2.	Construcción del shelter.	Shelter adecuado para cubrir la unidad y equipos.	Certificaciones e inspecciones de la estructura.	Shelter		
1.3.1.2.	Obra Mecánica					
1.3.1.2.1.	Corte y soldadura de tubería.	Especificaciones ASME.	% soldaduras que pasan las pruebas no destructivas (NDT).	Tuberías soldadas correctamente.	En la instalación de la unidad.	Supervisor Mecánico. Cuadrilla Mecánica. Soldador.
1.3.1.2.2.	Montaje y ensamblaje de la unidad.	Montaje y ensamblaje de acuerdo al fabricante.	Tasa de alineación y torque correctos.	Unidad multifásica montada y ensamblada.		
1.3.1.3.	Obras eléctricas e instrumentación					
1.3.1.3.1.	Instalación de	Procedimientos de	Porcentaje de	Instrumentos y	En la	Supervisor

Código EDT	Nombre de la Tarea	Requisitos	Métricas	Entregables	Frecuencia	Responsable
	instrumentos y accesorios.	conexión que garanticen la integridad eléctrica y funcional de los equipos.	instrumentos instalados que pasan las pruebas de continuidad eléctrica y funcionamiento.	accesorios correctamente instalados.	instalación de la unidad.	Eléctrico e instrumentación. Ayudante Eléctrico e instrumentación.
1.3.1.3.2.	Interconexiones eléctricas.	Diagramas de cableado eléctrico aprobados por ingeniería.	Cumplimiento del 100% de las interconexiones eléctricas según los diagramas de cableado aprobados.	Unidad y equipos correctamente conectados al cableado eléctrico.		
1.3.2.	Integración de Sistemas					
1.3.2.1.	Programación de equipos.	Pruebas de interfaz entre sistemas, verificaciones de redundancia y simulaciones de operaciones.	Cronograma de programación, evaluado por la finalización de las pruebas de interfaz y simulaciones de operación.	Informe detallado de la programación.	En la instalación de la unidad.	Programador.
1.3.2.2.	Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI existente.	Capacidad de integración.	Pruebas de interoperabilidad y comunicación entre la unidad de medición y los sistemas existentes en la plataforma.	Resultados operativos para el manejo confiable de la unidad		

Código EDT	Nombre de la Tarea	Requisitos	Métricas	Entregables	Frecuencia	Responsable
1.3.2.3.	Pruebas de Interconexión y Funcionamiento del Sistema.	Compatibilidad con estándares de la industria.	Pruebas en sitio con los pozos. Norma API, Capítulo 20.3.	Datos Flujos Volumétricos de líquidos, aceite y agua, gas. Corte de agua (BSW)		
1.4.	Puesta en marca y finalización					
1.4.1.	Capacitación					
1.4.1.1.	Programa de Entrenamiento para el Personal.	Desarrollo de un programa de capacitación. estructurado	Tasa de participación en el programa de capacitación.	Reporte detallado de capacitación	Mensual	Especialista en manejo de la unidad.
1.4.1.2.	Ejecución de Sesiones de Capacitación.	Capacitación del personal.	Desempeño reportado por el fabricante para el medidor.	Toma de resultados en cada pozo.	Semanal	
1.4.2.	Pruebas y Ajustes					
1.4.2.1.	Pruebas de Funcionamiento de la Unidad Multifásica.	Precisión de las mediciones.	Cumplimiento de parámetros de la unidad.	Hojas de verificación.	En la entrega	Ingeniero Mecánico. Eléctrico. Instrumentación.
1.4.2.2.	Ajustes y Optimización de acuerdo a resultados de Pruebas.	Fiabilidad de los equipos de medición.	Pruebas de la unidad	Datos Flujos Volumétricos de líquidos, aceite y agua, gas. Corte de agua (BSW)	En la instalación y prueba	Supervisor Mecánico. Eléctrico e instrumentación.

Código EDT	Nombre de la Tarea	Requisitos	Métricas	Entregables	Frecuencia	Responsable
1.4.3.	Cierre del Proyecto					
1.4.3.1.	Dossier de Calidad.	Documentación detallada.	Formato simple y de fácil lectura e interpretación (Excel).	Informe de resultados en tiempo real.	Semanal	Ingeniero Civil. Ingeniero Mecánico. Instrumentación. Supervisor Civil. Mecánico.
1.4.3.2.	Revisión de lecciones aprendidas y evaluación del Proyecto	Evaluación profunda del proyecto, documentando lecciones aprendidas	Informe de lecciones aprendidas evaluada con un 80% de recomendaciones para proyectos futuros.	Informe detallado de lecciones aprendidas	Al finalizar el proyecto.	Gerente Proyecto. Asistente
1.4.3.3.	Acta de Cierre.	Acta de cierre detallada que documente el cumplimiento de entregables, objetivos alcanzados y lecciones aprendidas.	Acta de cierre en aprobación.	Acta de Cierre del Proyecto.	Al finalizar el proyecto.	

4.5. Plan de la Gestión de los Recursos

Este plan abarca procesos a identificar, adquirir y administrar los recursos necesarios para cumplir y culminar exitosamente el proyecto. Este proceso certifica la disponibilidad de los recursos necesarios tanto para el director del proyecto como para el equipo encargado del proyecto. (Guía PMBOK Sexta Edición, 2017, p. 24).

Tabla 32

Plan de Gestión de los Recursos

PLAN DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS	
Nombre del Proyecto	Director del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma “R” del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Objetivo del Proyecto	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA “R” del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 6 meses.	
Identificación de Recursos	
Análisis detallado de las necesidades del proyecto, identificando competencias específicas requeridas. En términos de materiales, se debe tener una lista de equipos de medición de los proveedores en el mercado, sensores, registradores de datos y software de análisis. Además, se evalúan las condiciones actuales y se identifican las brechas entre los recursos disponibles y los necesarios, estableciendo un plan para cubrir esas brechas.	
Adquisición de los Recursos	
Para la adquisición de recursos se hará una selección con la finalidad de tener los recursos humanos y materiales identificados. Se llevan a cabo procesos de	

reclutamiento para contratar personal calificado y se gestionan contratos con proveedores para la compra de equipos. Se elegirá proveedores confiables en la calidad de la unidad, así como el costo y tiempo de entrega. Además, se deberá asegurar el transporte adecuado y la entrega puntual del equipo y materiales a la plataforma. Durante este proceso, se debe tener establecido un presupuesto detallado y se podrían negociar términos favorables para optimizar el costo y la eficiencia de la adquisición.

Desarrollo de Recursos

El desarrollo de recursos implica capacitar y preparar al equipo de trabajo para las tareas del proyecto. Se incluirá la formación técnica en el uso del nuevo equipo de medición y software de análisis, además de talleres sobre procedimientos de seguridad específicos para la plataforma petrolera. Se implementarán programas de desarrollo profesional continuo para mantener al equipo actualizado con las mejores prácticas en la industria. La motivación y la cohesión del equipo se fomentan mediante actividades de team building y reconocimiento de logros, asegurando así una alta productividad y compromiso.

Gestión de Recursos

Se realizará el monitoreo continuo del talento humano y materiales necesarios para el proyecto. Se utilizan herramientas de gestión de proyectos para planificar y asignar tareas, optimizando la utilización del equipo y los materiales. Se establece un sistema de seguimiento y reporte para supervisar el progreso del trabajo, identificando y resolviendo problemas de manera proactiva. La gestión también incluye la coordinación con proveedores para certificar la entrega oportuna de equipos y materiales, así como la gestión de inventarios para evitar retrasos en el proyecto.

Liberación de Recursos

Se realizará una vez que cada fase del proyecto se ha completado. Para los recursos humanos, esto puede implicar la reasignación a otros proyectos o la finalización. En cambio, para los equipos y materiales, se procede con la devolución de equipos alquilados que podrían ser en la parte de construcción, redistribución de materiales no utilizados y la documentación del uso. Se debería realizar una evaluación post-proyecto para capturar lecciones aprendidas y asegurar que los recursos liberados se encuentren en óptimas condiciones para futuros proyectos, optimizando así la eficiencia y el retorno de inversión.

A continuación, se muestran tabulados los recursos, equipos y materiales en el proyecto:

Tabla 33

Identificación de los Recursos del Proyecto

Personal	Equipos	Materiales
Director del Proyecto	Unidad Multifásica Vx Spectra Dual garganta de 19mm y 29mm	Set de tuberías y flanges
Asistente Administrativa	Laptop con software	Losa
Ingeniero Civil	Suelda y herramientas	Shelter
Ingeniero Instrumentación		Bandejas y accesorios
Ingeniero Mecánico		Material Eléctrico
Ingeniero Eléctrico		Logística y material didáctico para curso
Supervisor Civil		
Cuadrilla Civil		
Supervisor Mecánico		
Cuadrilla Mecánica		
Soldador		
Supervisor Eléctrico e Instrumentación		
Ayudante Eléctrico e Instrumentación		
Programador		
Especialista en la unidad		

Tabla 34*Definición de Funciones y Obligaciones*

Rol	Responsabilidades	Habilidades
Director del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprobación, definición y cierre del proyecto. ▪ Aprobación de informes de calidad. ▪ Preparación de Acta de constitución. ▪ Monitorear el cumplimiento del presupuesto del proyecto y el desarrollo del cronograma. ▪ Liderar el equipo de trabajo en todo el proyecto. ▪ Definición y certificar los estándares de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toma decisiones y guiar al equipo hacia los objetivos del proyecto. ▪ Facilidad para comunicar información de forma comprensible y efectiva a todos los implicados. ▪ Habilidad para planificar y priorizar tareas. ▪ Habilidad para identificar problemas y desarrollar soluciones efectivas. ▪ Habilidad para comprender y utilizar herramientas y metodologías de gestión de proyectos.
Asistente Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Archivar correctamente todos los documentos y sean fácilmente accesibles para el equipo del proyecto. ▪ Programar y coordinar reuniones, incluyendo la preparación de agendas, reserva de salas y la gestión de la logística. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Competencia para administrar manera efectiva varias tareas y prioridades. ▪ Habilidades en comunicación verbal y escrita para interactuar eficazmente con el equipo del proyecto y otras partes interesadas.
Ingeniero Civil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar planos y especificaciones técnicas para el proyecto, asegurándose de que cumplan con los códigos y normativas locales. ▪ Supervisar las actividades de construcción en el sitio cumpliendo los estándares y las especificaciones del proyecto. ▪ Asegurar la disponibilidad y utilización correcta de los materiales y equipos necesarios para la construcción. ▪ Supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad en el sitio de construcción para proteger a los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dominio de los principios de ingeniería civil, incluidos diseño estructural, geotecnia, hidráulica y materiales de construcción. ▪ Habilidad para reconocer dificultades y proponer soluciones innovadoras y eficaces. ▪ Capacidad para preparar y presentar informes técnicos claros y comprensibles. ▪ Habilidad para colaborar efectivamente con otros profesionales del proyecto y fomentar un ambiente de trabajo productivo.

Rol	Responsabilidades	Habilidades
<p style="text-align: center;">Ingeniero Instrumentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar especificaciones técnicas y planos para sistemas de control e instrumentación ▪ Supervisar la instalación de los sistemas de instrumentación en el sitio del proyecto ▪ Diagnosticar y resolver problemas relacionados con sistemas de instrumentación y control durante la fase de diseño, instalación y operación del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profundos conocimientos en tecnologías de instrumentación, sistemas de control y automatización industrial, incluyendo PLC, DCS y SCADA. ▪ Capacidad para identificar problemas técnicos y desarrollar soluciones efectivas de manera rápida y eficiente. ▪ Habilidad para planificar, coordinar y supervisar actividades relacionadas con la instrumentación.
<p style="text-align: center;">Ingeniero Mecánico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurarse de que los diseños cumplan con las especificaciones y las normativas de ingeniería aplicables al proyecto. ▪ Coordinar y supervisar la instalación de equipos y sistemas mecánicos en el sitio del proyecto. ▪ Realizar pruebas de rendimiento y validación de sistemas mecánicos para asegurar su funcionalidad y seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experiencia en el uso de software de diseño y simulación. ▪ Capacidad para realizar análisis detallados y tomar decisiones informadas basadas en datos y resultados de pruebas. ▪ Capacidad para planificar y coordinar actividades de manera eficiente.
<p style="text-align: center;">Ingeniero Eléctrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar que los diseños cumplan con las normas eléctricas, códigos de construcción y especificaciones del proyecto. ▪ Realizar pruebas y puesta en marcha de sistemas eléctricos para asegurar su correcto funcionamiento. ▪ Desarrollar y supervisar programas para sistemas eléctricos de mantenimiento preventivo y correctivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experiencia en el uso de software de diseño y simulación eléctrica, como AutoCAD Electrical y ETAP. ▪ Destreza para identificar y remediar problemas técnicos de forma eficiente y efectiva.
<p style="text-align: center;">Supervisor Civil</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinar con los contratistas y subcontratistas para asegurar que las tareas se completen dentro del cronograma establecido y con los recursos asignados. ▪ Implementar y hacer cumplir las normas de seguridad. ▪ Realizar inspecciones regulares de los trabajos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para leer e interpretar planos y especificaciones técnicas detalladas. ▪ Habilidad para liderar y motivar a los equipos de trabajo en el sitio de construcción. ▪ Habilidad para identificar y resolver problemas, minimizando el impacto en el presupuesto y cronograma del proyecto.

Rol	Responsabilidades	Habilidades
Cuadrilla Civil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurarse de que las tareas se ejecuten con precisión. ▪ Cumplir con las normativas de seguridad y uso del equipo de protección personal (EPP) adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para realizar tareas específicas de construcción con precisión, siguiendo los métodos y procedimientos adecuados. ▪ Capacidad para trabajar eficazmente en equipo, colaborando con otros miembros de la cuadrilla y siguiendo las instrucciones del supervisor.
Supervisor Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisar la instalación de equipos y sistemas mecánicos, asegurándose de que se realice según los planos, especificaciones y normativas de seguridad. ▪ Implementar y supervisar el programa de control de calidad para asegurar que los trabajos mecánicos cumplan con los estándares. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profundos conocimientos en sistemas mecánicos, incluyendo diseño, instalación, operación y mantenimiento. ▪ Habilidad para liderar y motivar al equipo de trabajo.
Cuadrilla Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumplir la instalación precisa y segura de equipos mecánicos según las especificaciones técnicas mostradas en los planos del proyecto. ▪ Seguir estrictamente las normas de seguridad en el sitio de trabajo para prevenir accidentes y lesiones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para interpretar planos y diagramas técnicos para realizar correctamente las instalaciones y reparaciones. ▪ Habilidad para identificar riesgos potenciales en el sitio de trabajo y tomar medidas preventivas adecuadas.
Soldador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar soldaduras de alta calidad en componentes y estructuras metálicas. ▪ Respetar escrupulosamente las políticas de seguridad en el sitio de trabajo, manipulación segura de materiales y herramientas, y que se incluya el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para soldar metales de diferentes grosores y tipos, adaptándose a las necesidades específicas del proyecto. ▪ Habilidad para trabajar eficientemente bajo presión y cumplir con los plazos establecidos para completar las tareas de soldadura.
Supervisor Eléctrico e Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisar la instalación de sistemas eléctricos e instrumentación. ▪ Realizar pruebas funcionales y de rendimiento en sistemas eléctricos e instrumentación para asegurar su correcto funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para interpretar planos eléctricos e instrumentación y realizar ajustes según sea necesario. ▪ Habilidad para identificar y resolver problemas técnicos.
Ayudante Eléctrico e	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayudar en la instalación de sistemas eléctricos e instrumentación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Familiaridad con los conceptos básicos de electricidad,

Rol	Responsabilidades	Habilidades
Instrumentación	<p>bajo la supervisión del supervisor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparar y transportar materiales, herramientas y equipos necesarios para la instalación y pruebas. ▪ Seguir las normas de seguridad establecidas durante la ejecución de las tareas. 	<p>instrumentación y control.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para trabajar eficazmente en equipo y seguir las instrucciones del supervisor y otros miembros del equipo.
Programador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento adecuado del software bajo los estándares de calidad y funcionalidad establecidos. ▪ Identificar y corregir errores o fallos encontrados durante las pruebas de software. ▪ Realizar actualizaciones y mejoras periódicas del software para asegurar su rendimiento y seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para depurar código y encontrar rápidamente la causa raíz de los problemas identificados. ▪ Habilidad para trabajar en equipo multidisciplinario y comunicarse efectivamente con otros miembros del equipo, clientes y partes interesadas.
Especialista en la unidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurarse de que el diseño cumpla con los estándares de rendimiento, eficiencia y seguridad establecidos. ▪ Supervisar la instalación y configuración de la unidad multifásica en el sitio del proyecto, asegurando que se realice de manera precisa y según los planos técnicos. ▪ Realizar pruebas de rendimiento y validación de la unidad multifásica para garantizar su funcionalidad óptima. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplia experiencia y conocimientos en sistemas multifásicos, incluyendo diseño, operación y mantenimiento. ▪ Habilidad para analizar datos técnicos complejos y tomar decisiones informadas basadas en resultados de pruebas y análisis. ▪

4.5.1. Matriz de recursos

Es una herramienta que permite organizar y visualizar los recursos disponibles para el proyecto. Beneficia a los gestores del proyecto a asignar recursos de manera eficiente, gestionar la carga de trabajo y asegurar que los recursos estén adecuadamente alineados con las actividades del proyecto.

Tabla 35

Matriz de Recursos

Matriz de Recursos							
Tarea	Recursos	Tiempo (Horas)	Período		Nivel de Esfuerzo (Días)	Responsabilidad	Restricciones y Supuestos
			Inicio	Fin			
Plan de Dirección del Proyecto	Gerente Proyecto. Asistente	11	01Ene25	30Ene25	30	Gestionar el Proyecto. Soporte administrativo.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo. • Presupuesto. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y experiencia. • Acceso a Información y Herramientas.
Ingeniería Civil	Ingeniero Civil	11	31Ene25	16Feb25	17	Diseñar y gestionar la infraestructura para la instalación de la unidad.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo. • Presupuesto Asignado. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y experiencia. • Acceso a la información y Herramientas.
Ingeniería mecánica	Ingeniero Mecánico	11	31Ene25	23Feb25	24	Análisis y optimización de sistemas y componentes mecánicos.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo. • Presupuesto. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y experiencia. • Acceso a Información y Herramientas.

Ingeniería eléctrica e instrumentación	Ingeniero Eléctrico	11	24Feb25	13Mar25	18	Diseño y Planificación Eléctrica	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo. • Presupuesto Asignado. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y experiencia. • Acceso a Información y Herramientas.
Plano de implantación unidad multifásica	Ingeniero Mecánico	11	14Mar25	20Mar25	7	Plano de ubicación óptima en sitio, considerando factores como accesibilidad, seguridad y eficiencia operativa	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de Tiempo. • Acceso a Equipos y Herramientas Especializadas <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y Experiencia del Ingeniero. • Acceso a Información Necesaria.
Diagrama de interconexión	Ingeniero Eléctrico	11	21Mar25	26Mar25	6	<p>Diagrama de interconexión eléctrica del proyecto.</p> <p>Experiencia en el manejo de software asistido para el diseño por computadora (CAD)</p>	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de Carga. • Normativas y Regulaciones. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de Operación Estándar. • Disponibilidad de Recursos.
Construcción de la losa	Supervisor Civil. Cuadrilla Civil.	11	27Mar25	13Abr25	18	<p>Supervisar la construcción de la losa del proyecto.</p> <p>Ejecución de las tareas de construcción según las directrices del Supervisor.</p>	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignación de presupuesto. • Tiempo de cumplimiento. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de materiales. • Capacidad del terreno.
Construcción shelter	Supervisor Civil. Cuadrilla Civil.	11	14Abr25	21Abr25	8	<p>Supervisión de la construcción del shelter, asegurando el cumplimiento de planos y normativas.</p> <p>Ejecución de las tareas constructivas según indicaciones del Supervisor.</p>	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignación de presupuesto. • Disponibilidad de materiales <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de cumplimiento. • Capacidad del terreno.

Corte y soldadura de tubería	Supervisor Mecánico. Cuadrilla Mecánica. Soldador.	11	22Abr25	28Abr25	7	Supervisar la ejecución segura y eficiente del corte y soldadura de tuberías. La cuadrilla realiza las tareas bajo dirección del supervisor. Soldaduras con precisión y calidad, bajo normativas específicas.	Restricciones: • Disponibilidad del recurso por tiempo o tareas asignadas. Supuestos: • Habilidades en el desarrollo de las tareas.
Montaje y ensamblaje de la unidad de medición	Supervisor Mecánico. Cuadrilla Mecánica. Soldador.	11	29Abr25	02May25	4	Coordinar el montaje y ensamblaje de la unidad de medición Ejecutar las tareas bajo su supervisión. Realiza las uniones necesarias con precisión y conforme a estándares.	Restricciones: • Tareas limitadas por otras actividades. Supuestos: • Habilidades y experiencia en las tareas asignadas.
Instalación de instrumentos y accesorios	Supervisor Eléctrico e instrumentación. Ayudante Eléctrico e instrumentación.	11	03May25	05May25	3	Supervisar la instalación precisa y segura de instrumentos y accesorios, asegurando su correcto funcionamiento y calibración. Instalación, realizando conexiones eléctricas y mecánicas bajo dirección del supervisor.	Restricciones: • Disponibilidad de los recursos o tiempo disponible para las actividades. Supuestos: • Los recursos asignados tienen la experiencia necesaria y hay disponibilidad del material.
Interconexiones eléctricas	Supervisor Eléctrico e instrumentación. Ayudante Eléctrico e instrumentación.	11	06May25	08May25	3	Supervisa la instalación segura y precisa de las interconexiones eléctricas donde estará la unidad. Realizar las conexiones eléctricas garantizando su funcionalidad.	Restricciones: • Disponibilidad de los recursos o tiempo disponible para las actividades. Supuestos: • Los recursos asignados tienen la experiencia necesaria.
Programación de equipos	Programador	11	09May25	12May25	4	Colaborar, desarrollar y configurar el programa para el equipo de medición, asegurando su correcto funcionamiento y compatibilidad con los sistemas existentes.	Restricciones: • Disponibilidad y tiempo del programador para ejecutar las tareas. • Retrasos por fallas en el hardware o compatibilidad por factores externos.
Integración del Sistema de transmisión de datos con Infraestructura TI Existente	Programador	11	13May25	15May25	3	Integrar el sistema de transmisión de datos con la infraestructura de existente, permitiendo la transferencia eficiente de datos.	Supuestos:

Pruebas de Interconexión y Funcionamiento del Sistema	Programador	11	16May25	17May25	2	Realizar pruebas exhaustivas de interconexión y funcionamiento del sistema, asegurando su integridad y eficacia.	<ul style="list-style-type: none"> Experiencia en programación e integración de sistemas. Acceso al software requerido para las pruebas.
Programa de Capacitación para el Personal	Especialista en manejo de la unidad	11	18May25	22May25	5	Desarrollo de materiales de formación, impartir sesiones teóricas y prácticas, y evaluar el progreso del personal para garantizar un manejo seguro y eficiente de la unidad.	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad limitada del especialista. Presupuesto asignado muy limitado. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Competencia del especialista, se asume que cuenta con la experiencia y los conocimientos.
Ejecución de Sesiones de Capacitación	Especialista en manejo de la unidad	11	23May25	27May25	5	Seguimiento de las sesiones de capacitación para confirmar que los participantes entienden y aplican correctamente los procedimientos de medición.	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Presencia del personal a capacitarse. Tiempo de espera para inicio de la capacitación. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Equipos y material listos para inicio de la capacitación.
Pruebas de Funcionamiento de la Unidad Multifásica	Ingeniero Mecánico. Supervisor Mecánico. Ingeniero Eléctrico. Supervisor Eléctrico e instrumentación. Ingeniero Instrumentación	11	18May25	24May25	7	Garantizar el funcionamiento adecuado de los componentes mecánicos de la unidad multifásica. Supervisar las operaciones mecánicas durante las pruebas. Correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos. Supervisión de las actividades eléctricas y de instrumentación. Precisión de las mediciones durante las pruebas.	<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> El Equipo no se encuentre listo para inicio de pruebas. Personal asignado no esté presente para en las operaciones. <p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Unidad en plataforma lista sin problemas. Ingenieros presentes para solventar inconvenientes.

Ajustes y Optimización de acuerdo a Resultados de Pruebas	Ingeniero Mecánico. Eléctrico Instrumentación. Supervisor Mecánico. Eléctrico e instrumentación. Programador	11	25May25	28May25	4	Supervisión de los sistemas mecánicos, garantizando su funcionamiento óptimo. Coordinación en la ejecución de ajustes y optimizaciones en equipos Eficiencia de los procedimientos eléctricos. Supervisión de las unidades de medición y control. Integración y optimización de los sistemas automatizados.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el software. • Presencia del personal. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas sin inconvenientes por factores externos o internos. • Personal presente en las pruebas periódicamente.
Dossier de Calidad	Ingeniero Civil. Mecánico. Instrumentación Supervisor Civil. Mecánico.	11	29May25	04Jun25	7	Asegurar la integridad estructural de las instalaciones. Garantizar la funcionalidad de equipos mecánicos relevantes. Coordinar la implementación de sistemas de medición precisos.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad del personal. • Acceso a la documentación y datos. • Plazos de entrega. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Competencia y experiencia del personal. • Colaboración y comunicación .
Evaluación del Proyecto y Revisión de lecciones aprendidas	Gerente Proyecto. Asistente	11	05Jun25	09Jun25	5	Liderar la evaluación del proyecto, asegurando que se cumplan los objetivos y se identifiquen áreas de mejora. Apoyo administrativo y organización en la recopilación de lecciones aprendidas y documentos generados.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad del personal que participó. • Identificación y documentación de todas las lecciones aprendidas. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Transparencia y honestidad. • Colaboración y comunicación efectiva.
Acta de Cierre	Gerente Proyecto. Asistente	11	10Jun25	11Jun25	2	Supervisión de la elaboración del Acta de Cierre, asegurando que todos los aspectos del proyecto estén documentados correctamente. Apoyo administrativo en la recopilación y organización de la información necesaria.	Restricciones: <ul style="list-style-type: none"> • Acceso a información completa. Supuestos: <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia y conocimiento por el Gerente del proyecto.

4.6. Planificación de la Gestión de Interesados.

Este plan requiere una aproximación estructurada y proactiva para involucrar a todas las partes interesadas y garantizar su participación. Este proceso implica identificar a estos actores clave, comprender sus necesidades y expectativas, y establecer estrategias efectivas de comunicación.

Tabla 36

Plan de Gestión de los Interesados

PLAN DE GESTIÓN DE LOS INTERESADOS	
Nombre del Proyecto	Director del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Objetivo del Proyecto	
Implementación de la unidad de medición multifásica dual en la plataforma AUCA "R" del Bloque 61 de EP PETROECUADOR con el fin de optimizar la precisión y el seguimiento continuo en las pruebas de los pozos productores de petróleo, mejorando así la eficiencia y fiabilidad en la gestión de la producción petrolera en un plazo no mayor a 6 meses.	
Identificación de Interesados	
Se iniciará con la identificación de todas las partes interesadas, desde el equipo del proyecto hasta los ingenieros en campo y el proveedor de la unidad multifásica Vx.	
Análisis de Interesados	
Se analizará el nivel de interés y poder de cada interesado para determinar su influencia en el proyecto y la prioridad de sus intereses. A partir de este análisis, se desarrollan estrategias para interactuar con cada grupo de interesados, asegurando una comunicación clara, transparente y frecuente. Se establecerá un plan detallado de comunicaciones que defina qué información será comunicada.	

4.6.1. Registro de los Interesados

Este registro proporciona una lista detallada de todas las partes interesadas en el proyecto, junto con información sobre sus roles dentro del proyecto, así como sus expectativas, su nivel de respaldo hacia el proyecto y el grado de preocupación por la información relacionada con el mismo. (Project Management Institute, 2023, p. 302)

Tabla 37.

Registro de los Interesados y sus Expectativas.

ID STK	Stakeholder	Rol en el Proyecto	Expectativa	
STK01	Gerencia General	Financiador	EX01	Retorno de inversión sostenible y rentable
			EX02	Cumplir objetivos estratégicos empresariales
STK02	Gerencia de Activo	Patrocinador	EX03	Ahorro en gastos operacionales y beneficios a largo plazo
			EX04	Producto de calidad y a tiempo
STK03	Equipo de Trabajo	Ejecutor	EX05	Cumplimiento del cronograma del proyecto
			EX06	Que los entregables satisfagan al cliente
STK04	Jefatura de campo	Cliente	EX07	Reducir el impacto ambiental de la operación para mantener buena relación con la comunidad local
			EX08	Reportar información precisa a la agencia de regulación y control de Energía y recursos naturales no renovables
STK05	Intendente de Producción	Cliente	EX09	Optimizar el proceso de medición
			EX10	Replicar en otras plataformas en las que se ha determinado la necesidad
STK06	Supervisor de Producción	Usuario Final	EX11	Obtener resultados confiables de la unidad multifásica
			EX12	Funcionamiento seguro de la unidad de medición
STK07	Ingenieros de Yacimientos	Interesado Indirecto	EX13	Obtener datos precisos para modelos de yacimientos y balances volumétricos enfocados a los patrones de recuperación secundaria

STK08	Agencia de Regulación y Control de Energía	Organismo de Gobierno	EX14	Reportes precisos de la producción de los pozos
STK09	Ministerio del Ambiente	Organismo de Gobierno	EX15	Cumplimiento de la normativa y protección del medio ambiente
STK10	Comunidad Local	Interesado Indirecto	EX16	Conocer el impacto ambiental de la operación
			EX17	Eliminación de mechero de quema de gas de la plataforma Auca (R)
STK11	Director de proyecto	Líder	EX18	Cumplimiento del alcance del proyecto
			EX19	Ejecución del proyecto dentro del tiempo y presupuesto establecido
STK12	Proveedor de unidad multifásica	Proveedor	EX20	El proyecto se replique en otras plataformas
			EX21	Convertirse en el principal proveedor de unidades multifásicas en la empresa

4.6.2. Matriz poder/interés

Esta herramienta permite categorizar a los interesados y agruparlos en función de su capacidad de establecer dirección e influenciar (poder), su grado de interés en los resultados del proyecto, su capacidad para influir en dichos resultados.

Figura 21.

Matriz Poder / Interés de los involucrados.

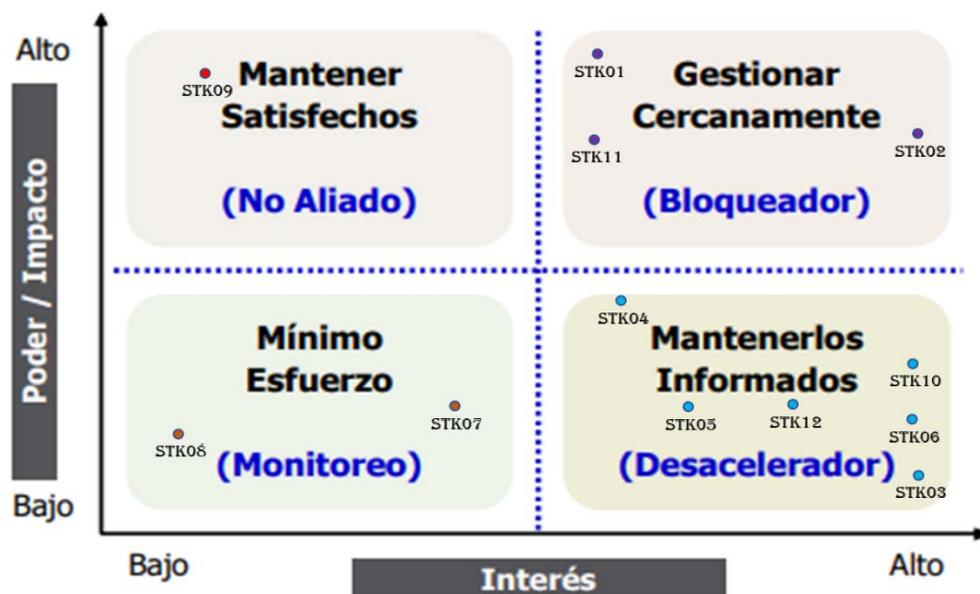


Tabla 38*Matriz poder/ interés*

ID STK	Stakeholder	Poder	Interés	Valoración	Acción
STK01	Gerencia General	Alto	Alto	Bloqueador	Gestionar Cercanamente
STK02	Gerencia de Activo	Alto	Alto	Bloqueador	Gestionar Cercanamente
STK03	Equipo de Trabajo	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado
STK04	Jefatura de campo	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado
STK05	Intendente de producción	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado
STK06	Supervisor de Producción	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado
STK07	Ingeniería de Yacimientos	Bajo	Bajo	Monitoreo	Monitorear
STK08	Agencia de Regulación	Bajo	Bajo	Monitoreo	Monitorear
STK09	Ministerio del Ambiente	Alto	Bajo	No aliado	Mantener satisfecho
STK10	Comunidad Local	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado
STK11	Director de proyecto	Alto	Alto	Bloqueador	Gestionar Cercanamente
STK12	Proveedor de unidad multifásica	Bajo	Alto	Desacelerador	Mantener Informado

4.6.3. Nivel de Compromiso de los Involucrados

Se refiere al grado en el que las partes interesadas están dispuestas a involucrarse y contribuir al éxito del proyecto. Puede variar desde una participación entusiasta hasta una falta de interés o incluso resistencia al proyecto. En la siguiente matriz se evalúa el nivel de compromiso de cada parte interesada, ya que esto puede influir en la manera en que se gestionan las relaciones con ellos y en las estrategias de comunicación que se deben implementar.

La calificación "C" refleja el grado actual de implicación de cada parte interesada, mientras que "D" señala el nivel que el equipo del proyecto considera esencial para garantizar el éxito del proyecto. (Project Management Institute, 2023, pág. 303).

Tabla 39*Compromiso de los interesados*

ID STK	Stakeholder	Desconocedor	Reticente	Neutral	De apoyo	Jefe
STK01	Gerencia General				C, D	
STK02	Gerencia de Activo					C, D
STK03	Equipo de Trabajo		C		D	
STK04	Jefatura de campo				C	D
STK05	Intendente de producción			C	D	
STK06	Supervisor de Producción			C	D	
STK07	Ingeniería de Yacimientos			C, D		
STK08	Agencia de Regulación	C		D		
STK09	Ministerio del Ambiente			C, D		
STK10	Comunidad Local	C		D		
STK11	Director de proyecto				C	D
STK12	Proveedor de la unidad			C	D	

4.6.4. Plan de gestión de los interesados

Una vez identificados los interesados del proyecto, sus expectativas, el nivel de interés, poder y el nivel de responsabilidad con el éxito del mismo, se establecen estrategias para gestionar y comunicarse con ellos de manera efectiva a lo largo del proyecto para asegurar su apoyo y minimizar posibles impactos negativos en el proyecto.

Tabla 40*Estrategias para la gestión de los interesados*

ID STK	Stakeholder	Compromiso Actual / Deseado	Estrategia
STK01	Gerencia General	De apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener informada sobre el progreso financiero del proyecto. -Establecer reuniones para abordar preocupaciones y responder preguntas.

STK02	Gerencia de Activo	Jefe	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar informes periódicos detallados sobre el avance del proyecto. - Obtener su compromiso activo y apoyo en la toma de decisiones clave. - Comunicar claramente los objetivos y metas del proyecto para alinear expectativas.
STK03	Equipo de Trabajo	Reticente De apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar capacitación y recursos adecuados para realizar sus tareas con eficacia. - Fomentar un ambiente de trabajo colaborativo y motivador para mantener la moral alta. - Destacar y valorar los logros individuales y del equipo para fomentar la motivación y el compromiso.
STK04	Jefatura de campo	De apoyo Jefe	<ul style="list-style-type: none"> - Obtener su compromiso activo y apoyo en la toma de decisiones clave. - Administrar la comunicación entre los diferentes interesados y asegurar la alineación de sus expectativas con los resultados del proyecto
STK05	Intendente de producción	Neutral De apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar encuestas para retroalimentación continua del avance del proyecto y cubrir sus necesidades. - Garantizar una entrega puntual y de alta calidad del producto acordado.
STK06	Supervisor de Producción	Neutral De apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar apoyo técnico al equipo de ejecución para facilitar la instalación. - Establecer canales de comunicación abiertos para recibir comentarios y resolver problemas.
STK07	Ingeniería de Yacimientos	Neutral	<ul style="list-style-type: none"> - Informar regularmente sobre el progreso del proyecto.
STK08	Agencia de Regulación	Desconocedor Neutral	<ul style="list-style-type: none"> - Designar un punto de contacto dedicado para abordar cualquier inquietud regulatoria de manera oportuna.
STK09	Ministerio del Ambiente	Neutral	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener registros claros y precisos para demostrar el cumplimiento normativo.
STK10	Comunidad Local	Desconocedor Neutral	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar sobre el proyecto y los beneficios con respecto al impacto ambiental. - Realizar consultas públicas para recopilar comentarios y preocupaciones de la comunidad local.
STK11	Director de proyecto	De apoyo Jefe	<ul style="list-style-type: none"> - Crear canales de comunicación y fomentar un entorno donde los integrantes del equipo se sientan en confianza para compartir ideas, inquietudes y comentarios.
STK12	Proveedor de unidad multifásica	Neutral De apoyo	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener comunicación continua y clara para obtener el apoyo completo y se cumplan las necesidades técnicas y los tiempos de entrega. - Involucrar a los proveedores de forma activa en el proceso de ejecución y planificación del proyecto.

4.7. Planificación de la Gestión de las Comunicaciones

Este plan implica planificar, ejecutar y monitorear todas las actividades relacionadas con la información dentro del equipo y los interesados externos. Se necesita desarrollar un método de comunicaciones detallado identificando necesidades de información del proyecto, métodos, frecuencia y responsables. Se monitorea las comunicaciones para asegurar cumplimiento y ajustar según sea necesario, mantener a los interesados informados y alineados, resolviendo conflictos y clarificando dudas. Finalmente, la adaptación de las estrategias de comunicación de acuerdo al progreso y los cambios del proyecto servirán para asegurar una comunicación efectiva y el éxito del proyecto.

Tabla 41

Plan de Gestión de las Comunicaciones

PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES	
Nombre del Proyecto	Director del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Propósito de las Comunicaciones	
<p>El propósito de las comunicaciones en la planificación de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma petrolera Auca R es asegurar que toda la información relevante sea compartida de manera efectiva y oportuna entre todos los interesados. Esto incluye mantener informados a los equipos técnicos, gerenciales y operativos del proyecto, cambios en los planes, y resultados de las pruebas. Además, facilita la coordinación entre los diversos departamentos y asegura el cumplimiento de los estándares ambientales y de seguridad, cruciales en una región sensible como la Amazónica. Las comunicaciones efectivas permiten resolver problemas rápidamente, gestionar riesgos, y tomar decisiones informadas, mejorando así la eficiencia operativa y reduciendo el impacto ambiental.</p> <p>De acuerdo a la Guía PMBOK este plan constituye un mecanismo importante de la dirección de proyectos donde se planifica, estructura, implementa y monitorea las</p>	

comunicaciones del proyecto para lograr una buena eficiencia (Guía PMBOK Sexta Edición, 2017, p. 377)

Métodos de Comunicación

Dentro del proyecto se utilizarán una variedad de métodos de comunicación con la cual asegurar que toda la información relevante sea compartida de manera efectiva. Los métodos apropiados para comunicar en el proyecto se describen a continuación:

Reuniones Presenciales y Virtuales

- Reuniones diarias (stand-up meetings), donde se actualizará de manera rápida los problemas inmediatos.
- Reuniones semanales de progreso para discutir el estado del proyecto, identificar riesgos y coordinar acciones inmediatas.

Informes y Documentación Escrita

- Informes de progresos semanales, para mostrar de manera detallado los avances del proyecto, hitos alcanzados, y problemas identificados.
- Actas de reunión para documentar las decisiones tomadas y las acciones a seguir.
- Boletines informativos para mostrar el progreso y las novedades del proyecto a los interesados.

Correos Electrónicos

- Empleo del correo electrónico institucional para comunicar la información importante
- Alertas y notificaciones para informar sobre cambios urgentes o problemas críticos.

Canales de comunicación Informales para mostrar los avances del proyecto.

- Se emplearán aplicaciones de mensajería instantánea (como WhatsApp, Microsoft Teams, etc), para comunicación de manera rápida a los interesados con lo cual permita la resolución de problemas en tiempo real.
- Comunicación por Redes Sociales: Para dar a conocer los avances a los interesados

Presentaciones y Talleres

- Presentaciones periódicas para revisar el progreso del proyecto con la alta gerencia y otros interesados clave.
- Talleres de formación y capacitación para asegurar que el personal esté al día con las todo lo relacionado al proyecto.

Política para Minutas de Reunión / Guía para eventos de comunicación

Es un conjunto de directrices que establecerá cómo se va a documentar las discusiones

y decisiones en reuniones clave del proyecto. Se definirá un formato estándar y la información mínima requerida en las minutas para asegurar consistencia y claridad. Se establece dos puntos dentro de la política a considerar:

- 1) La Guía para eventos de comunicación del proyecto incluirá las siguientes tareas:
 - Establecer un calendario regular de reuniones para el proyecto definiendo la frecuencia de realización, el formato y los participantes que deberán acudir.
 - Enviar las invitaciones a los participantes con anticipación, asegurándose de que estén informados sobre la fecha, hora, lugar y agenda de la reunión.
 - Elaborar una agenda precisa para cada reunión que contenga los asuntos a tratar, los puntos de acción aún pendientes y la duración destinada a cada tema.
 - Dirigir las reuniones de manera efectiva, garantizando que todos los temas sean abordados, se promueva la participación de todos los miembros del equipo y se respeten los tiempos asignados.
 - Tomar notas detalladas durante las reuniones, registrando los temas discutidos, las decisiones tomadas y los puntos de acción acordados para ser considerados en las siguientes reuniones.
 - Realizar un seguimiento de las tareas acordadas durante las reuniones, asignando responsabilidades y fechas límite para su cumplimiento, con la finalidad de dar avance al proyecto.
 - Distribuir las minutas de las reuniones a todos los participantes, asegurándose de que estén informados sobre los temas discutidos y las decisiones tomadas.
 - Revisar la efectividad de las reuniones de comunicación, recopilando retroalimentación de los participantes.
- 2) El formato para el registro de las actas o minutas de reunión debe ser claro, conciso y comprensible para todos los participantes. Este documento único para el registro de reuniones usará el formato mostrado en el **ANEXO 5**. Este formato proporciona una estructura clara para registrar los detalles importantes de la reunión, incluyendo la asistencia, la agenda, las notas, las acciones acordadas y los detalles de la próxima reunión. Además, incluye espacio para adjuntar documentos relevantes que se discutieron durante la reunión. El formato podría modificarse retirando o aumentando cualquier punto que se considere necesario.

4.7.3. Matriz de Comunicaciones

Esta proporciona un plan estructurado que detalla quién necesita qué información, cuándo, y a través de qué medios (los cuales se los mencionó anteriormente). Este documento es fundamental porque organiza y clarifica las comunicaciones dentro y fuera del equipo del proyecto, así como con los interesados clave como autoridades regulatorias y comunidades locales. La matriz de comunicaciones asegura que todos los mensajes sean enviados de manera efectiva, evitando malentendidos y asegurando que las actualizaciones críticas sobre el progreso, resultados, cumplimiento ambiental y temas de seguridad sean comunicadas de manera oportuna y apropiada, de esta manera promovemos una comunicación transparente y eficiente para dar cumplimiento a los objetivos.

Tabla 42

Matriz de Comunicaciones

Matriz de Comunicaciones						
Nombre del Proyecto				Director del Proyecto		
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.				Jhonny Garrido / Jonathan Reyes		
Fecha de Inicio del Proyecto				Duración		
01 de Enero de 2025				6 meses		
ID STK	Requerimientos	Tipo	Entregable	Frecuencia	Canal	Responsable
STK-01	Iniciar el Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Carta del Proyecto (Project Charter)	Una vez	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager
STK-02	Alcance del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Alcance del Proyecto	Una vez	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager
STK-03	Planificación del Proyecto	La información será: formal, escrito y externo.	Plan del Proyecto	Una vez	Correo electrónico. Reunión	Project Manager
STK-04	Estado del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Informe de la planificación del proyecto	Semanal	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager

STK-05	Estado del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Informe de la planificación y avance del proyecto	Semanal	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager
STK-06	Estado del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Informe de la planificación y avance del proyecto	Semanal	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager
STK-07	Estado del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Plan del proyecto	Mensual	Correo electrónico.	Project Manager
STK-08	Estándares, precisión y eficacia de las mediciones	La información será: formal, escrito y externo.	Plan del proyecto	Una sola vez	Correo electrónico	Project Manager
STK-09	Planificación del Proyecto	La información será: formal, escrito y externo.	Plan del proyecto	Una sola vez	Correo electrónico	Project Manager
STK-10	Planificación del Proyecto en transparencia y comunicación	La información será: formal y externo.	Plan del proyecto	Una sola vez	Reunión	Project Manager
STK-11	Planificación y estado del Proyecto	La información será: formal, escrito e interno.	Plan del proyecto	Semanal	Correo electrónico. Reunión.	Project Manager
STK-12	Planificación y estado del Proyecto	La información será: formal y externo.	Plan del proyecto	Semanal	Correo electrónico. Reunión	Project Manager

4.8. Planificación de la Gestión de los Riesgos

De acuerdo con el PMBKO, este documento es una parte integral del plan de gestión del proyecto y tiene como objetivo certificar que los riesgos sean identificados, gestionados y evaluados de manera efectiva a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 43

Plan de Gestión de Riesgos

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS	
Nombre del Proyecto	Director del Proyecto
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma “R” del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Identificación de Riesgos	
<p>Se ejecutará la identificación de los riesgos con la revisión detallada de los documentos del Proyecto: Planes, especificaciones técnicas y contrato para asegurar que se capturen todos los posibles riesgos que puedan afectarlo; adicionalmente se identifican riesgos más comunes de experiencias en otros proyectos. El Equipo del Proyecto y los stakeholders clave se reunirán con la finalidad de establecer riesgos potenciales. Este proceso continuo se llevará de forma horizontal durante todo el ciclo de vida del Proyecto. Se propone el uso del formato adjunto para el registro. (ANEXO 6)</p>	
Análisis de Riesgos	
<p>Para el análisis, se evaluará en forma cualitativa cada riesgo identificado, considerando el impacto potencial y su probabilidad de ocurrencia, utilizando la matriz de riesgos que permitirá priorizar los riesgos más críticos que requieren tomar acción inmediata. Para asegurar una gestión efectiva de los riesgos, cada riesgo identificado se clasificará en categorías. Esta clasificación facilitará el análisis y la asignación de responsabilidades: Riesgos Técnicos, Operacionales, Organizacionales, Externos.</p>	

Respuesta a Riesgos
Para dar respuestas a cada uno de los riesgos identificados, se establecerán estrategias para mitigar las amenazas (evitar, mitigar, transferir) y aprovechar las oportunidades (explotar, mejorar, compartir).
Asignación de Responsabilidades
Se asignarán responsabilidades al equipo de trabajo e Interesados Clave para la implementación de las respuestas y asegurar que cada riesgo sea gestionado adecuadamente, estableciendo acciones preventivas y de contingencia para hacer frente a los riesgos prioritarios. Cada propietario asignado es responsable del seguimiento.
Monitoreo y Control
Se lo realizará a lo largo del proyecto, con un proceso establecido en el que se revisan cada 15 días los riesgos registrados, se actualizará la evaluación y se controlará que las respuestas a los riesgos se implementen de manera adecuada y oportuna para minimizar las amenazas.

4.8.1. Identificación de Riesgos

Tabla 44

Registro de Riesgos del Proyecto

REGISTRO DE RIESGOS DEL PROYECTO				
EDT ID	Riesgo	Causa - Riesgo – Efecto	Disparador del Riesgo	Categoría del Riesgo
1.1	R001	Falta de experiencia del equipo en la preparación de planes de gestión	Desviaciones en los entregables de los planes de gestión	Organizacional
1.1	R002	Cambios constantes en los requerimientos y alcance del proyecto	Modificaciones en los planes de gestión durante la ejecución	Técnico
1.2.1	R003	Errores u omisiones en el diseño de ingeniería civil, mecánica, eléctrica e instrumentación puede ocasionar calidad deficiente en el diseño	Retrasos en la construcción y mayores costos	Técnico
1.2.1	R004	Falta de alineación entre los diferentes especialistas de ingeniería	Incompatibilidades entre los diseños	Técnico
1.2.2	R005	Demoras en la aprobación de planos y documentos de la unidad de medición multifásica puede ocasionar retrasos en la procura y construcción	Retrasos en la ejecución	Técnico

1.2.2	R006	Dificultades en la coordinación del equipo de diseño con el equipo de construcción puede ocasionar errores en la instalación	Comunicación deficiente	Técnico
1.3.1.1	R007	Condiciones climáticas adversas que afecten los trabajos de construcción de la losa y el shelter puede ocasionar impacto en el cronograma	Retrasos en la obra civil	Externo
1.3.1.1	R008	La escasez de trabajadores calificados conlleva a una construcción de baja calidad.	Retrasos en la obra civil	Externo
1.3.1.2	R009	Problemas en la procura y logística de entrega de equipos	Retrasos en la instalación de la unidad	Operacional
1.3.1.2	R010	Insuficiente experiencia del personal en este tipo de trabajos mecánicos.	Errores en la ejecución y reprocesos	Organizacional
1.3.1.3	R011	Problemas en la disponibilidad de los materiales e instrumentos requeridos	Retrasos en la instalación y conexiones	Operacional
1.3.1.3	R012	Fallas en las conexiones de los sistemas eléctricos o en los instrumentos de medición	Fallas en el funcionamiento del sistema	Técnico
1.3.2	R013	Dificultades en la integración del sistema de transmisión de datos con la infraestructura TI existente puede causar problemas de compatibilidad	Fallas en la comunicación y monitoreo remoto	Técnico
1.3.2	R014	Resultados insatisfactorios en las pruebas de interconexión y funcionamiento	Retrasos en la puesta en marcha	Técnico
1.4.1	R015	Baja asistencia o participación del personal en las sesiones de capacitación	Deficiencias en la operación y mantenimiento	Organizacional
1.4.1	R016	Contenido inapropiado o insuficiente en los programas de capacitación	Problemas en la transferencia de conocimiento	Organizacional
1.4.2	R017	Dificultades en la obtención de datos precisos durante las pruebas de funcionamiento	Ajustes y optimización no efectivos	Técnico
1.4.2	R018	Demoras en la implementación de los ajustes y optimizaciones requeridos	Retrasos en la puesta en marcha	Operacional
1.4.3	R019	Falta de información o evidencia documental completa en el dossier de calidad	Problemas en la aceptación final y cierre	Organizacional
1.4.3	R020	Resistencia o falta de compromiso para la revisión de lecciones aprendidas	Oportunidades de mejora no identificadas	Organizacional

Los criterios impacto y probabilidad se calificaron de acuerdo a los siguientes parámetros:

PROBABILIDAD	IMPACTO (-)
5 (Muy alta probabilidad de ocurrencia)	5 (Catastrófico para el proyecto)
4 (Alta probabilidad de ocurrencia)	4 (Afectación severa para el proyecto)
3 (Moderada probabilidad de ocurrencia)	3 (Afectación moderada al proyecto)
2 (Baja probabilidad de ocurrencia)	2 (Afectación tolerable para el proyecto)
1 (Muy baja probabilidad de ocurrencia)	1 (Impacto insignificante para el proyecto)

Tabla 45.*Impacto y Probabilidad de los Riesgos en el Proyecto.*

EDT Id	Risk Id	Descripción de los Riesgos < Causa - Riesgo - Efecto >	Disparador	Categoría	Prob (P)	Imp (I)	E = P·I	Responsable
1.1	R001	Falta de experiencia del equipo en la elaboración de planes de gestión.	Desviaciones en los entregables de los planes de gestión	Organizacional	3	3	9	Director de Proyecto
1.1	R002	Cambios constantes en los requerimientos y alcance del proyecto.	Modificaciones en los planes de gestión durante la ejecución	Técnico	2	4	8	Gerencia de Activo
1.2.1	R003	Errores u omisiones en el diseño de ingeniería civil, mecánica, eléctrica e instrumentación puede ocasionar calidad deficiente en el diseño.	Retrasos en la construcción y mayores costos	Técnico	2	5	10	Ingeniero Civil, Eléctrico, Mecánico
1.2.1	R004	Falta de alineación entre los diferentes especialistas de ingeniería.	Incompatibilidades entre los diseños	Técnico	3	3	9	Ingeniero Civil, Eléctrico, Mecánico
1.2.2	R005	Dificultades en la coordinación del equipo de diseño con el equipo de construcción puede ocasionar errores en la instalación.	Retrasos en la ejecución	Técnico	2	3	6	Ingeniero Mecánico
1.2.2	R006	Dificultades en la coordinación entre el equipo de diseño y el equipo de construcción puede ocasionar errores en la instalación.	Comunicación deficiente	Técnico	2	2	4	Director de Proyecto
1.3.1.1	R007	Condiciones climáticas adversas que afecten los trabajos de construcción de la losa y el shelter puede ocasionar impacto en el cronograma.	Retrasos en la obra civil	Externo	3	2	6	Ingeniero Civil
1.3.1.1	R008	La escasez de trabajadores calificados conlleva a una construcción de baja calidad.	Retrasos en la obra civil	Organizacional	3	3	9	Director de Proyecto
1.3.1.2	R009	Problemas en la procura y logística de entrega de equipos.	Retrasos en la instalación de la unidad	Organizacional	2	4	8	Director de Proyecto

1.3.1.2	R010	Insuficiente experiencia del personal en este tipo de trabajos mecánicos.	Errores en la ejecución y reprocesos	Organizacional	3	4	12	Supervisor Mecánico
1.3.1.3	R011	Problemas en la disponibilidad de los materiales e instrumentos requeridos	Retrasos en la instalación y conexiones	Externo	3	3	9	Proveedor
1.3.1.3	R012	Fallas en las conexiones de los sistemas eléctricos o en los instrumentos de medición	Fallas en el funcionamiento del sistema	Técnico	2	4	8	Supervisor Eléctrico / Instrumentación
1.3.2	R013	Dificultades en la integración del sistema de transmisión de datos con la infraestructura TI existente puede causar problemas de compatibilidad	Fallas en la comunicación y monitoreo remoto	Técnico	3	2	6	Programador
1.3.2	R014	Resultados insatisfactorios en las pruebas de interconexión y funcionamiento	Retrasos en la puesta en marcha	Técnico	3	3	9	Ingenieros y Supervisores
1.4.1	R015	Baja asistencia o participación del personal en las sesiones de capacitación	Deficiencias en la operación y mantenimiento	Organizacional	4	2	8	Especialista en manejo de la unidad
1.4.1	R016	Contenido inapropiado o insuficiente en los programas de capacitación	Problemas en la transferencia de conocimiento	Organizacional	2	3	6	Especialista en manejo de la unidad
1.4.2	R017	Dificultades en la obtención de datos precisos durante las pruebas de funcionamiento	Ajustes y optimización no efectivos	Técnico	3	4	12	Programador / Ing. Mecánico
1.4.2	R018	Demoras en la implementación de los ajustes y optimizaciones requeridos	Retrasos en la puesta en marcha	Técnico	2	3	6	Programador
1.4.3	R019	Falta de información o evidencia documental completa en el dossier de calidad	Problemas en la aceptación final y cierre	Organizacional	3	2	6	Ingenieros y Supervisores
1.4.3	R020	Resistencia o falta de compromiso para la revisión de lecciones aprendidas.	Oportunidades de mejora no identificadas	Organizacional	3	3	9	Director de Proyecto

4.8.2. Mapa de calor

Una vez identificados los riesgos se procede al uso de la herramienta matriz de gravedad. En el eje horizontal se representa el impacto mientras que en el eje vertical se muestra la probabilidad de ocurrencia. Se asignan colores a los riesgos de acuerdo al impacto y probabilidad evaluada, colores más oscuros para indicar riesgos de mayor probabilidad e impacto y colores más claros para riesgos de menor importancia.

Tabla 46.

Mapa de Calor de los Riesgos en el Proyecto

		AMENAZAS				
PROBABILIDAD	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
		IMPACTO				

El mapa de calor permite para identificar los riesgos más críticos y proponer estrategias para gestionarlos de manera adecuada. Se muestra el resumen del análisis realizado a los 20 riesgos identificados en la siguiente tabla.

Tabla 47

Identificación de los Riesgos Críticos

Color	Tipo de Riesgo	Porcentaje	# Riesgos
	% Riesgos Críticos: relacionados con la tecnología y los procesos técnicos del proyecto. Incluyen la incertidumbre	0,00%	0
	% Riesgos Mayores: Afectan los procesos y operaciones del proyecto. Se relacionan con la eficiencia y disponibilidad de recursos	5,00%	1
	% Riesgos Moderados: Se relacionan con factores internos de la empresa que pueden afectar al proyecto. Estos riesgos surgen de la estructura, la cultura, los procesos de la Empresa.	70,00%	14
	% Riesgos Menores: Se originan fuera de la organización y están generalmente fuera de su control directo. Pueden presentarse debido a cambios en el entorno económico, social, ambiental y político.	25,00%	5

4.8.3. Matriz de Riesgos

Tabla 48

Acciones Planificadas para Gestionar los Riesgos

ACCIONES PLANIFICADAS PARA GESTIONAR LOS RIESGOS							
Risk Id	Riesgo	Prob (P)	Imp (I)	E = P·I	Respuesta Riesgo	Estrategia de Respuesta	Acción
R001	Falta de experiencia del equipo en la preparación de los planes de gestión	3	3	9	Transferir	Proporcionar capacitación y mentoría para mejorar las habilidades del equipo en la preparación de los planes de gestión.	Seguimiento y evaluación continua del progreso del equipo en la preparación de los planes de gestión.
R002	Cambios constantes en los requerimientos y alcance del proyecto	2	4	8	Mitigar	Desarrollar un procedimiento de gestión de cambios formal para revisar, aprobar y documentar cualquier modificación en los requisitos y alcance del proyecto.	Comunicar de manera efectiva los cambios a todas las partes interesadas y evaluar su impacto en el proyecto.
R003	Errores u omisiones en el diseño de ingeniería civil, mecánica, eléctrica e instrumentación puede ocasionar calidad deficiente en el diseño	2	5	10	Mitigar	Implementar revisiones técnicas regulares para identificar y corregir posibles errores u omisiones en el diseño de ingeniería.	Realizar pruebas de validación y verificación del diseño para garantizar la calidad.
R004	Falta de alineación entre los diferentes especialistas de ingeniería	3	3	9	Mitigar	Implementar reuniones periódicas entre los equipos de ingeniería para alinear metas y facilitar la comunicación efectiva de la información.	Fomentar la comunicación permanente y el trabajo en equipo entre los especialistas de ingeniería.
R005	Demoras en la aprobación de planos y documentos de la unidad de medición multifásica puede ocasionar retrasos en la procura y construcción	2	3	6	Aceptar	Establecer un proceso de aprobación eficiente y definir plazos claros para la revisión y aprobación de planos y documentos.	Realizar un seguimiento cercano de los plazos de aprobación y tomar medidas correctivas si es necesario.
R006	Las dificultades en la coordinación entre los equipos de diseño y construcción puede ocasionar errores en la instalación	2	2	4	Aceptar	Designar un líder de proyecto responsable de la coordinación entre los equipos de diseño y construcción.	Establecer reuniones regulares para revisar el progreso y abordar posibles desafíos en la coordinación.

ACCIONES PLANIFICADAS PARA GESTIONAR LOS RIESGOS							
Risk Id	Riesgo	Prob (P)	Imp (I)	E = P·I	Respuesta Riesgo	Estrategia de Respuesta	Acción
R007	Condiciones climáticas adversas que afecten los trabajos de construcción de la losa y el shelter puede ocasionar impacto en el cronograma.	3	2	6	Aceptar	Monitorear de cerca las condiciones climáticas y tener un plan de contingencia para mitigar los impactos en el cronograma.	Ajustar el cronograma y las actividades según las condiciones climáticas y realizar seguimiento continuo.
R008	La escasez de trabajadores calificados conlleva a una construcción de baja calidad.	3	3	9	Mitigar	Identificar las necesidades de personal especializado y planificar la contratación o formación necesaria.	Establecer programas de capacitación y retención de talento para garantizar el recurso de mano de obra calificada.
R009	Problemas en la procura y logística de entrega de equipos.	2	4	8	Mitigar	Establecer acuerdos claros con proveedores y asegurar la disponibilidad oportuna de los equipos necesarios.	Realizar un seguimiento de la procura y logística para identificar y resolver posibles problemas a tiempo.
R010	Insuficiente experiencia del personal en este tipo de trabajos mecánicos.	3	4	12	Mitigar	Proporcionar capacitación y entrenamiento especializado para mejorar las habilidades del personal en trabajos mecánicos específicos.	Asignar tareas acordes al nivel de experiencia y supervisar de cerca las actividades del personal.
R011	Problemas en la disponibilidad de los materiales e instrumentos requeridos.	3	3	9	Mitigar	Implementar un sistema de administración de inventarios eficiente para garantizar que los materiales e instrumentos necesarios estén disponibles a tiempo.	Realizar un seguimiento regular del inventario y establecer acuerdos con proveedores para asegurar la disponibilidad.
R012	Fallas en las conexiones de los sistemas eléctricos o en los instrumentos de medición.	2	4	8	Mitigar	Realizar pruebas de calidad y verificación de las conexiones eléctricas e instrumentos de medición antes de la instalación.	Implementar un plan de mantenimiento preventivo para monitorear y mantener en buen estado las conexiones y equipos.
R013	Dificultades en la integración del sistema de transmisión de datos con la infraestructura TI existente puede causar problemas de compatibilidad.	3	2	6	Aceptar	Realizar pruebas de integración exhaustivas para identificar y resolver posibles problemas de compatibilidad con la infraestructura TI existente.	Establecer protocolos de comunicación y colaboración entre los equipos de TI y de ingeniería para garantizar la compatibilidad.

ACCIONES PLANIFICADAS PARA GESTIONAR LOS RIESGOS							
Risk Id	Riesgo	Prob (P)	Imp (I)	E = P-I	Respuesta Riesgo	Estrategia de Respuesta	Acción
R014	Resultados insatisfactorios en las pruebas de interconexión y funcionamiento	3	3	9	Mitigar	Establecer un plan de pruebas detallado y exhaustivo para validar la interconexión y el funcionamiento de los sistemas.	Realizar pruebas de validación y verificación rigurosas para garantizar resultados satisfactorios.
R015	Baja asistencia o participación del personal en las sesiones de capacitación	4	2	8	Mitigar	Implementar incentivos y reconocimientos para fomentar la participación del personal en las capacitaciones.	Realizar seguimiento de la asistencia y participación del personal y ofrecer apoyo adicional si es necesario.
R016	Contenido inapropiado o insuficiente en los programas de capacitación	2	3	6	Transferir	Revisar y optimizar los planes de capacitación para asegurar que el contenido sea adecuado y completo.	Solicitar retroalimentación del personal sobre los programas de capacitación y realizar ajustes según las necesidades identificadas.
R017	Dificultades en la obtención de datos precisos durante las pruebas de funcionamiento	3	4	12	Mitigar	Implementar controles de calidad y procedimientos de verificación que garanticen la precisión de la información.	Realizar pruebas piloto y revisiones continuas para asegurar la precisión de los datos obtenidos.
R018	Demoras en la implementación de los ajustes y optimizaciones requeridos	2	3	6	Mitigar	Seguimiento y control para gestionar los ajustes y optimizaciones de manera oportuna.	Priorizar y planificar los ajustes necesarios para minimizar las demoras en la implementación.
R019	Falta de información o evidencia documental completa en el dossier de calidad	3	2	6	Aceptar	Desarrollar documentado para asegurar que el dossier de calidad esté completo y sea preciso.	Realizar auditorías internas regulares para verificar la integridad de la documentación de calidad.
R020	Resistencia o falta de compromiso en la revisión de lecciones aprendidas	3	3	9	Mitigar	Promover la importancia de la revisión de lecciones aprendidas y la participación proactiva de los stakeholders en el proceso.	Establecer un proceso estructurado y periódico de revisión de lecciones aprendidas e incentivar la participación.

4.9. Planificación de la gestión de las adquisiciones.

Este plan implica identificar los recursos necesarios (mismos que ya fueron definidos), tomar la decisión de adquirir externamente los equipos, ya que el desarrollo interno sería complicado, y gestionar un plan detallado de adquisiciones. Identificaríamos proveedores potenciales en el mercado petrolero, se prepara la documentación de adquisiciones y se realizaría el proceso de selección de proveedores. Luego, se negocian y formalizan los contratos y, se monitorean los costos y la calidad durante la ejecución del proyecto. Finalmente, se cierran los contratos y se evalúa el proceso para identificar lecciones aprendidas.

Se desarrollará un plan exhaustivo que identifique los bienes y servicios necesarios, analizará las necesidades de adquisición, definirá los requisitos del contrato y estimará los costos asociados para asegurar una gestión eficiente de las adquisiciones.

En cuanto a la selección de proveedores, se establecerán criterios claros y objetivos que consideren la experiencia, capacidad técnica, solidez financiera, cumplimiento normativo y reputación del proveedor en el mercado para garantizar la elección de proveedores confiables y competentes. Se definirán los tipos de contratos a utilizar, como contratos de suma alzada (compromiso del contratista en completar un proyecto por una cantidad fija, independiente del costo real. Cualquier sobrecosto corre a cargo del contratista); contratos de precio unitario o contratos de tiempo y materiales, finalmente se llega a establecer cláusulas contractuales que definan los derechos y responsabilidades de ambas partes de manera precisa.

El cierre de adquisiciones se llevará a cabo mediante un proceso estructurado que incluirá la verificación de la entrega satisfactoria de los bienes y servicios, la revisión de los entregables con los proveedores, la liquidación de pagos pendientes y la evaluación del desempeño del proveedor para garantizar la finalización exitosa de las adquisiciones. Se implementarán mecanismos de búsqueda y control para certificar el desempeño de los proveedores con los requisitos del proyecto, incluyendo revisiones periódicas del desempeño, evaluación de calidad y manejo proactivo de posibles discrepancias para asegurar la calidad y el cumplimiento de los acuerdos contractuales.

Tabla 49

Plan de gestión de adquisiciones

PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES	
Nombre del Proyecto:	Director de Proyecto:
Proyecto basado en el Estándar de la Guía PMBOK® del Project Management Institute (PMI®) de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.	Jhonny Garrido / Jonathan Reyes
Fecha de Inicio del Proyecto	Duración Estimada
01 de Enero del 2025	6 meses
Proceso de Planificación de Adquisiciones	
<p>La planificación de adquisiciones para el proyecto de mejora de la medición de pruebas de pozos petroleros debe tener los siguientes procesos:</p> <p>Identificación de Necesidades. Analizar los requisitos del proyecto y determinar los recursos necesarios, como la unidad de medición, software que permita el análisis de datos y servicios de consultoría.</p> <p>Estudios de Compra. Evaluar los recursos necesarios y existentes con los cuales poder adquirir externamente los equipos, para lo cual hay que considerar factores como costo, tiempo y disponibilidad.</p> <p>Desarrollo del Plan de Adquisiciones. Considerando los requisitos identificados, es necesario elaborar un plan de adquisiciones detallado que contemple una lista de recursos, criterios de selección de proveedores, plazos y presupuesto.</p> <p>Identificación de Proveedores Potenciales: Investigar y evaluar proveedores capaces de satisfacer las necesidades del proyecto y que tengan disponibilidad en el mercado, priorizando aquellos con experiencia en la industria petrolera y con capacidad técnica.</p> <p>Preparación de Documentación de Adquisiciones: Desarrollar la documentación necesaria, como solicitudes de propuestas (RFP) o solicitudes de cotizaciones (RFQ), y define condiciones y términos contractuales. En lo posible hacer uso de lista de precios calificadas dentro de la EP PETROECUADOR para poder hacer uso de la compra o servicio.</p>	

Proceso de Selección de Proveedores. Selección de proveedores que incluya la evaluación de propuestas, negociaciones y selección final basada en criterios predefinidos. Como se mencionó se podría reducir los tiempos con las empresas calificadas dentro de las listas de precios que dispone la EP PETROECUADOR.

Negociación y Formalización de Contratos. Establecer los términos y condiciones del contrato con el proveedor seleccionado, asegurando que se cubran aspectos como costos, plazos de entrega y políticas de garantía.

Control de Costos y Calidad. El personal de finanzas supervisará los costos, mientras que el equipo técnico se encargará de garantizar la calidad de los bienes o servicios adquiridos, asegurando que se mantengan dentro del presupuesto y cumplan con los estándares de calidad establecidos.

Cierre de Contratos y Evaluación del Proceso. Una vez que se haya completado la adquisición de la unidad, se cierra formalmente el contrato y evalúa el proceso para identificar lecciones aprendidas y áreas de mejora, esto con la finalidad de futuras implementaciones.

Se han considerado estos pasos con los cuales se pretende garantizar una planificación de adquisiciones efectiva y eficiente para el proyecto de mejora de la medición de pruebas de pozos productores de petróleo en la plataforma "R" del Campo Auca.

Tabla 50

Matriz de Adquisiciones

Matriz de Adquisiciones						
Descripción	Contrato	Proveedor	Criterio	Responsable	Costo Estimado	Riesgos
Equipos necesarios para mejorar la medición de pruebas en los pozos petroleros.	Contrato de Suma Alzada.	Schlumberger (SLB)	Experiencia en proyectos similares, calidad del equipo, soporte técnico.	Director del Proyecto / Operadores.	\$480,000.00	<p>Los equipos adquiridos no cumplan con las especificaciones técnicas solicitadas para el proyecto. Retrasos en la entrega de los equipos podrían provocar demoras en la ejecución del proyecto.</p> <p>Los costos reales de adquisición podrían exceder el presupuesto previsto debido a cambios en los precios de los equipos.</p>
Software de Análisis de Datos	Contrato por Licencia	Schlumberger (SLB)	Funcionalidad, capacidad de integración, soporte técnico.	Director del Proyecto / Operadores / Programador.	\$4,800.00	<p>Software adquirido no sea compatible con los sistemas existentes utilizados en el proyecto.</p> <p>Software adquirido no cumpla con los estándares de seguridad de datos.</p>
Servicios de Consultoría.	Contrato de Servicios Profesionales	Schlumberger (SLB)	Experiencia relevante, referencias, disponibilidad.	Director del Proyecto	\$2060,00.00	<p>Consultores contratados carezcan de la experiencia o competencia necesaria para abordar los desafíos específicos del proyecto.</p> <p>Demoras en el cumplimiento del proyecto impactando en el cronograma general, debido a retrasos en los servicios contratados.</p>

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Uno de los logros más destacados de este proyecto es la implementación de prácticas de gestión de proyectos que mejoran significativamente la eficiencia operativa y la coordinación entre los equipos.
- La planificación detallada y el desarrollo de planes integrales de gestión como el alcance, el tiempo, los costos y los riesgos son fundamentales para el éxito del proyecto. Al crear la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) bien definida y el Diccionario de la EDT proporcionan claridad y dirección concluyentes, permitiendo a los equipos comprender claramente sus roles, responsabilidades y expectativas. Esto facilita una ejecución más alineada y comprometida, minimizando conflictos y sobrecargas de trabajo innecesarias.
- La capacidad para gestionar y adaptarse a los cambios es un factor crítico de éxito para este proyecto. El Plan de Gestión de Cambios desarrollado establece procesos claros para la solicitud, evaluación y aprobación de cambios, asegurando que todas las modificaciones sean controladas y alineadas con los objetivos del proyecto. Esta flexibilidad en la gestión del cambio permite que el proyecto responda eficientemente a nuevas oportunidades y desafíos, manteniendo la dirección estratégica y los beneficios esperados.
- Mediante la implementación de estimación de costos y el uso de la curva S para el monitoreo y control del rendimiento de los costos, el proyecto puede mantenerse dentro del presupuesto aprobado. La línea base de costos servirá como referencia crítica para comparar el rendimiento real frente a lo planificado, esto permite tomar decisiones oportunas para corregir desviaciones y optimizar el uso de los recursos.
- La gestión de riesgos es clave para mitigar las amenazas. Al identificar de manera temprana los riesgos y la asignación de responsabilidades claras para la gestión de estos riesgos permite desarrollar respuestas efectivas y planes de contingencia. Las sesiones de análisis de riesgos y la revisión continua del registro de riesgos ayudan a minimizar el impacto negativo en el proyecto, demostrando que una gestión de riesgos estructurada y continua es esencial para el éxito de cualquier proyecto.

- La comunicación efectiva y la colaboración entre todos los stakeholders constituyen pilares fundamentales en el éxito del proyecto. La implementación de canales de comunicación claros y regulares, junto con reuniones periódicas y la utilización de herramientas de gestión de proyectos, pueden fomentar una alineación continua y una toma de decisiones más informada. La involucración activa de todas las partes interesadas garantiza que las expectativas sean gestionadas adecuadamente y que todos los miembros del equipo estén comprometidos con los objetivos del proyecto.
- El proceso de análisis de las lecciones aprendidas proporciona una visión valiosa que mejora la gestión de proyectos futuros. La documentación de las mejores prácticas y los desafíos encontrados permite identificar áreas de mejora continua y desarrollar estrategias para evitar errores similares en el futuro. Este enfoque en el aprendizaje continuo marca la importancia de considerar cada proyecto como una oportunidad para mejorar las competencias organizacionales y fortalecer la capacidad de gestión de proyectos.
- Finalmente, el éxito de este proyecto tiene un impacto significativo en la organización, no solo en términos de cumplir con los objetivos del proyecto, sino también en la mejora de las capacidades de gestión de proyectos dentro de la organización. El proyecto podrá servir como un modelo para futuras iniciativas, demostrando el valor de una gestión de proyectos disciplinada y bien estructurada. La experiencia adquirida y las metodologías aplicadas se convertirán en una base sólida para la ejecución de proyectos futuros, contribuyendo al crecimiento y éxito sostenible de la organización.

5.2. Recomendaciones

- Implementar un sistema de monitoreo y evaluación para medir el impacto ambiental de las operaciones con la nueva unidad de medición multifásica. Con la finalidad de replicar en otras plataformas de producción como parte de la mejora continua de las prácticas operativas enfocadas en minimizar el impacto ambiental y avanzando con la migración hacia sistemas sostenibles.
- Para el planteamiento de proyectos futuros, el análisis de factibilidad debe abarcar no solo los aspectos técnicos y económicos, sino también los sociales y ambientales. Un estudio de impacto ambiental detallado y un análisis de costo-

beneficio que contemple escenarios a largo plazo pueden proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas y responsables.

- La incorporación de herramientas de trabajo colaborativo dentro del equipo del Proyecto, como tableros Kanban es muy recomendada. Estas herramientas permiten una mayor flexibilidad y eficiencia durante la ejecución del proyecto.
- Para la gestión del alcance, se debe desarrollar una estructura de desglose del trabajo (EDT) detallada y ordenada, es la base para desarrollar el resto de las áreas de conocimiento. Gran parte del éxito del proyecto depende de esta EDT, asegurando que todos los entregables y objetivos del proyecto se cumplan, permitiendo un control minucioso del alcance y minimizando el riesgo de sobrecargas de trabajo.
- Realizar la planificación del cronograma utilizando software de gestión de proyectos, como MS Project es de gran ayuda. Esta herramienta facilita una planificación precisa y es relativamente fácil de usar. La gestión eficaz del cronograma permite que el proyecto se complete dentro del plazo establecido, evitando retrasos que consumen recursos.
- Se recomienda la técnica de gestión del valor ganado (EVM) para monitorear y controlar los costos del proyecto de manera efectiva, proporcionando una visión clara del desempeño del proyecto en términos de costo y cronograma. En caso de detectar desviaciones con respecto a lo planificado se realizan los ajustes para asegurar el avance del proyecto.
- Una comunicación efectiva entre todos los interesados es necesaria para el éxito del proyecto. El plan de gestión de las comunicaciones debe incluir la mayor cantidad de medios posibles que faciliten la comunicación constante y oportuna para que la información se comparta de manera adecuada, evitando malentendidos y retrasos.
- Para la gestión de Riesgos desarrollar un Plan de Gestión más robusto y al detalle. Desarrollando el análisis cualitativo para la evaluación y con la ayuda del software @Risk para realizar simulaciones que permitan anticipar y establecer estrategias de mitigación de Riesgos de manera más eficaz. Esto reduce significativamente la probabilidad y el impacto de eventos imprevistos.

- Desarrollar un sistema de documentación que sirva como base de datos para documentar y compartir el conocimiento, que se actualice y sea una fuente de consulta frecuente facilita el aprendizaje continuo y la mejora de procesos. Esto asegura que los errores del pasado no se repitan y que las mejores prácticas se adopten en proyectos futuros.
- Debido al permanente avance tecnológico en la Industria Petrolera, se ha convertido en una necesidad el fortalecimiento de los programas de capacitación para continuar con el desarrollo profesional del personal. La gestión del conocimiento en las Empresas debe incluir la actualización en nuevas tecnologías, prácticas de seguridad y procedimientos operativos, asegurando que el equipo esté siempre preparado para manejar los avances tecnológicos y superar los desafíos operativos.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO DE REGISTRO SOLICITUD DE CAMBIO

REGISTRO DE SOLICITUD DE CAMBIO			
NOMBRE DEL PROYECTO			
1. INFORMACIÓN GENERAL			
NÚMERO DE SOLICITUD DE CAMBIO	(Asignar un número único)		
NOMBRE DEL SOLICITANTE	[Nombre de la persona que solicita el cambio]	FECHA DE SOLICITUD	(Fecha en que se presenta la solicitud)
CORREO ELECTRÓNICO DEL SOLICITANTE	(Correo electrónico del solicitante)		
ROL EN EL PROYECTO	(Rol del solicitante)		
2. DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO			
TÍTULO DEL CAMBIO	(Breve título descriptivo del cambio propuesto)		
DESCRIPCIÓN DETALLADO DEL CAMBIO	(Descripción completa del cambio propuesto, incluyendo el objetivo y el motivo del cambio)		
JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO	(Explicación de por qué es necesario o deseable este cambio)		
IMPACTO DEL CAMBIO EN EL PROYECTO			
ALCANCE			
CRONOGRAMA			
PRESUPUESTO			
RECURSOS			
OTROS ASPECTOS			
3. EVALUACIÓN DEL CAMBIO			
ANÁLISIS DE RIESGOS	(Descripción de los riesgos asociados con el cambio)		
ANÁLISIS DE IMPACTO EN LA CALIDAD	(Cómo afectará el cambio a la calidad del producto o servicio del proyecto)		
ANÁLISIS DE IMPACTO EN LOS BENEFICIOS	(Desglose de los costos adicionales (si los hay) requeridos para implementar el cambio)		
COSTOS ASOCIADOS CON EL CAMBIO	(Cómo afectará el cambio a la calidad del producto o servicio del proyecto)		
4. APROBACIÓN DEL CAMBIO			
NOMBRE DEL APROBADOR	NOMBRE DEL APROBADOR	DECISIÓN	APROBADO/ RECHAZADO / EN ESPERA
OPINIÓN DEL COMITÉ DE CAMBIOS	(Comentarios y decisiones del comité de cambios, si aplica)		

FIRMA DEL APROBADOR	
5. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO	
FECHA DE INICIO DEL CAMBIO	(Fecha en la que se espera comenzar la implementación del cambio)
FECHA DE FINALIZACIÓN DEL CAMBIO	(Fecha en la que se espera completar la implementación del cambio)
PLAN DE COMUNICACIÓN	(Descripción de cómo se comunicará el cambio a todas las partes interesadas)
6. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL	
[Lista de documentos adicionales que soportan la solicitud de cambio, como diagramas, presupuestos revisados, cronogramas, etc.]	

ANEXO 2

FORMATO DE REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS

REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS			
1. INFORMACIÓN GENERAL			
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DEL PROYECTO	
FECHA DE INICIO DEL PROYECTO		FECHA DE FINALIZACIÓN DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO			
EQUIPO DEL PROYECTO			
2. CONTEXTO DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
FECHA DE REGISTRO DE LA LECCIÓN			
FASE DEL PROYECTO	INICIACIÓN / PLANIFICACIÓN/ EJECUCIÓN/ MONITOREO Y CONTROL/ CIERRE		
ÁREA DEL CONOCIMIENTO	ALCANCE/ CRONOGRAMA/ COSTOS/ CALIDAD/ RRHH/ COMUNICACIONES/ RIESGOS/ ADQUISICIONES/ INTERESADOS		
3. DESCRIPCIÓN DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO DE LA LECCIÓN			
DESCRIPCIÓN COMPLETA			
QUE SALIÓ BIEN?			
QUE SE PODRÍA MEJORAR?			
IMPACTO EN EL PROYECTO			
4. ANÁLISIS DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
CAUSA RAÍZ			
CONSECUENCIAS Y RESULTADOS			
INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO			
5. RECOMENDACIONES Y ACCIONES			
RECOMENDACIONES			
ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS	INDICAR ACCIÓN - RESPONSABLE - FECHA DE IMPLEMENTACIÓN - ESTADO		
6. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL			
REFERENCIAS Y DOCUMENTOS	(Lista de documentos o referencias que respaldan la lección aprendida)		

RELACIONADOS	
7. VALIDACIÓN Y APROBACIÓN	
VALIDADO POR:	
FECHA VALIDACIÓN:	
APROBADO POR:	
FECHA APROBACIÓN	

ANEXO 3

FORMATO DE GESTIÓN DE CIERRE DE PROYECTO

GESTIÓN DE CIERRE DE PROYECTO			
1. INFORMACIÓN GENERAL			
NOMBRE DEL PROYECTO			
CÓDIGO DEL PROYECTO		FECHA DE INICIO	(Fecha en que se presenta la solicitud)
NOMBRE DEL SOLICITANTE		FECHA DE FINALIZACIÓN	(Fecha en que se presenta la solicitud)
DIRECTOR DE PROYECTO		PATROCINADOR	(Fecha en que se presenta la solicitud)
2. RESUMEN DEL PROYECTO			
OBJETIVOS DEL PROYECTO	[Descripción de los objetivos originales del proyecto]		
ALCANCE DEL PROYECTO	[Descripción del alcance inicial del proyecto]		
RESULTADOS DEL PROYECTO	[Resumen de los resultados obtenidos y si se cumplieron los objetivos iniciales]		
PRODUCTOS ENTREGABLES	[Listado de los entregables del proyecto y su estado final]		
3. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO			
CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA	[Resumen de los cambios solicitados y aprobados durante el proyecto]		
CUMPLIMIENTO DEL PRESUPUESTO	[Listado de los problemas y riesgos más importantes que surgieron y cómo fueron gestionados]		
CALIDAD DEL PROYECTO	[Evaluación de la calidad de los entregables comparada con los estándares y criterios de aceptación]		
SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	[Evaluación de la satisfacción del cliente o usuario final con los resultados del proyecto]		
4. GESTIÓN DE CAMBIOS			
REGISTRO DE CAMBIOS APROBADOS	(Descripción de los riesgos asociados con el cambio)		
PROBLEMAS Y RIESGOS PRINCIPALES	(Cómo afectará el cambio a la calidad del producto o servicio del proyecto)		
5. LECCIONES APRENDIDAS			
LECCIONES POSITIVAS	(Desglose de los costos adicionales (si los hay) requeridos para implementar el cambio)		
ÁREAS DE MEJORA	(Cómo afectará el cambio a la calidad del producto o servicio del proyecto)		
6. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO			
DOCUMENTOS FINALES	[Lista de todos los documentos clave del proyecto, incluyendo los entregables finales, documentación técnica, manuales de usuario, etc.]		

ALMACENAMIENTO DE LOS DOCUMENTOS	[Indicar dónde se almacenan o cómo se puede acceder a estos documentos]	
7. FIRMAS DE CIERRE		
DIRECTOR DEL PROYECTO	PATROCINADOR DEL PROYECTO	CLIENTE
8. APROBACIÓN FINAL DEL CIERRE DEL PROYECTO		
FECHA DE APROBACIÓN DEL CIERRE	[Fecha en que se aprueba formalmente el cierre del proyecto]	
COMENTARIOS ADICIONALES	[Cualquier otra información relevante para el cierre del proyecto]	

ANEXO 4

PLAN DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS PARA CONTROL DE CALIDAD

		SISTEMA DE CALIDAD GERENCIA DE PROYECTOS						LOGO CONTRATISTA				
		PLAN DE INSPECCIÓN Y PRUEBAS										
		CONTRATO No: PROYECTO: INSTALACIÓN UNIDAD MULTIFÁSICA VX DUAL EN LA PLATAFORMA R ITP No: XXXX ORDEN DE TRABAJO: XXXX			CONTRATISTA: TAG DEL EQUIPO: CÓDIGO: FECHA:			REV No: 0				
ITEM No.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD	PROCEDIMIENTOS / ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN NOTA 1	VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS	Inspección			LIBERADO POR:				
					E: Examinador	R: Revisor	V: Verificación	T: Testigo	H: En	FIRMA CONSTRUCTOR	FECHA	FIRMA PEC
					CONSTRUCTOR	PAM EP	OBS.					
1.0	CIVIL											
1.1	CONSTRUCTIVAS											
	Aprobación de Cálculos por Ing. PEC	ESPECIFICACIONES/PLANIMETRÍA DE DISEÑO	PLANOS APROBADOS REVISIÓN POR EL CLIENTE	Memoria de Cálculo								
	Verificación del uso de planos aprobados	MANUAL DE CALIDAD	PLANOS APROBADOS REVISIÓN POR EL CLIENTE	LISTA DE PLANOS								
	Revisión de Lista de Materiales	ESPECIFICACIONES/PLANIMETRÍA DE DISEÑO	PLANOS APROBADOS REVISIÓN POR EL CLIENTE	LISTA DE MATERIALES								
	WPS, PQR	PAM-EP-ECU-QAQC-20-ESP-001-00	AWS D1.1	CERTIFICACIÓN								
	WPQ's Calificación de soldadores	PAM-EP-ECU-QAQC-20-ESP-001-00	AWS D1.1	CERTIFICACIÓN								
	Inspección MTR's:											
	- Láminas	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	ASTM A6/A6M	INFORME								
	- Perfiles	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	ASTM A6/A6M	INFORME								
	- Consumibles de soldadura:											
	- Consumibles Skid	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	AWS A5.18/A5.20/A5.1	INFORME								
	Control dimensional final	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	MANUAL AISC	INFORME								
	Liberación visual de soldadura estructural	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	AWS D1.1 (Tabla 6.1)	INFORME								
	Tintas penetrantes en Juntas a Filete (20%)	P-OP-01-PT-REV 07	AWS D1.1 (Art.6.10) (Tabla 6.1)	INFORME								
1.2	EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBAS											
	Lista de Equipos y/o Instrumentos de Inspección, Medición y Pruebas	P17-920-PCE-0000-0	P17-920-PCE-0000-0	INFORME								
1.3	PINTURA											
	Inspección batch de calidad		DATA SHEET	INFORME								
	Perfil de anclaje											
	- Skid		PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-006-00/SYSTEM 1	INFORME								
	Verificación de condiciones ambientales											
	- Skid		SSPC-PA1/DATA SHEET	INFORME								
	Control de espesores	DOCUMENTOS REFERENCIALES INTERNOS DE PETROECUADOR P17-920-PCV-0000-0 PAM-EP-ECU-QAQC-20-ESP-006-00										
	- Skid (FIRST COAT)		SSPC-PA2	INFORME								
	- Skid (SECOND COAT)		SSPC-PA2	INFORME								
	- Skid (TOP COAT)		SSPC-PA2	INFORME								
	Prueba de adherencia PULL OFF Skid		ASTM D4541	INFORME								
	Galvanización en Caliente de Sustrato Metálico en Grating		ASTM A123	REPORTE DE PROVEEDOR								
2.0	MONTAJE											
	Inspección Visual del Armado de Grating Sobre Skid	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	Manual de Operación y Mantenimiento	INFORME								
	Lista de Chequeo para Liberación de Estructuras Metálicas	PAM-EP-ECU-QAQC-20-PRC-005-00	Manual de Operación y Mantenimiento	INFORME								
	Empaque y Despacho	Manual de Operación y Mantenimiento	Manual de Operación y Mantenimiento	PACKING LIST / ACTA DE ENTREGAS								
NOTA 1: EN ESTE CAMPO SE REGISTRARÁ LA NORMAS SI FUERA EL CASO EL PROCEDIMIENTO QUE RIGE LA PRUEBA												
		REVISADO POR			REVISADO POR			APROBADO POR				
NOMBRE:												
CARGO:								CONTOL DE CALIDAD PEC				
FIRMA:												
FECHA:												

ANEXO 5

FORMATO DE ACTAS O MINUTAS DE REUNIÓN

ACTA DE REUNIÓN #				
FECHA:		HORA:		LUGAR:
ASISTENTES				
NOMBRE	CARGO	EMPRESA	UNIDAD	FIRMA
AGENDA				
Aquí colocar los temas a tratar durante la reunión.				
NOTAS				
<ul style="list-style-type: none"> * Resumen de los puntos discutidos en la reunión. * Decisiones tomadas. * Acciones acordadas y responsables. * Fecha límite para cada tarea o acción discutida. 				
PRÓXIMA REUNIÓN				
FECHA:	HORA:	LUGAR:	AGENDA PRELIMINAR	Lista preliminar de temas a tratar en la próxima reunión.
ADJUNTOS				
<ul style="list-style-type: none"> • Documento relevante (Podría ser algún compromiso de tarea por cumplir para la siguiente reunión). • Presentación en PowerPoint. 				
Aprobado por:		Director del Proyecto		Firma:

ANEXO 6

FORMATO DE REGISTRO DE RIESGOS IDENTIFICADOS

REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS			
1. INFORMACIÓN GENERAL			
NOMBRE DEL PROYECTO		CÓDIGO DEL PROYECTO	
FECHA DE INICIO DEL PROYECTO		FECHA DE FINALIZACIÓN DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO			
EQUIPO DEL PROYECTO			
2. CONTEXTO DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
FECHA DE REGISTRO DE LA LECCIÓN			
FASE DEL PROYECTO	INICIACIÓN / PLANIFICACIÓN/ EJECUCIÓN/ MONITOREO Y CONTROL/ CIERRE		
ÁREA DEL CONOCIMIENTO	ALCANCE/ CRONOGRAMA/ COSTOS/ CALIDAD/ RRHH/ COMUNICACIONES/ RIESGOS/ ADQUISICIONES/ INTERESADOS		
3. DESCRIPCIÓN DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO DE LA LECCIÓN			
DESCRIPCIÓN COMPLETA			
QUE SALIÓ BIEN?			
QUE SE PODRÍA MEJORAR?			
IMPACTO EN EL PROYECTO			
4. ANÁLISIS DE LA LECCIÓN APRENDIDA			
CAUSA RAÍZ			
CONSECUENCIAS Y RESULTADOS			
INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO			
5. RECOMENDACIONES Y ACCIONES			
RECOMENDACIONES			
ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS	INDICAR ACCIÓN - RESPONSABLE - FECHA DE IMPLEMENTACIÓN - ESTADO		

6. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL	
REFERENCIAS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS	(Lista de documentos o referencias que respaldan la lección aprendida)
7. VALIDACIÓN Y APROBACIÓN	
VALIDADO POR:	
FECHA VALIDACIÓN:	
APROBADO POR:	
FECHA APROBACIÓN	

Referencias

- Baby, P., Rivadeneira, M., & Barragán, R. (2014). *LA CUENCA ORIENTE: GEOLOGÍA Y PETRÓLEO*. Quito.
- Casa, S. (2014). *Análisis Técnico Comparativo de los medidores multifásicos con el actual sistema utilizado para medir la producción de fluidos en el Campo Edén*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- ECOPETROL. (2013). *MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES CAPÍTULO 2. COLOMBIA*.
- EP PETROECUADOR. (2013). *El Petróleo en el Ecuador la nueva era petrolera*. 8.
- Flatern, R. v. (2013). Definición de las Operaciones de Pruebas. *Oilfield Review*, 58-60.
- Garcés, F., & Ruales, F. (2005). "Determinación Objetiva de los Beneficios y Alcances de las Soluciones Tecnológicas en Tiempo Real aplicadas a la producción de petróleo en el Ecuador". Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- Guerrero López, X., & Valencia Martínez, F. (2010). *UBICACIÓN Y PROGNÓSTIC DE POZOS A PERFORAR EN LOS CAMPOS AUCA - AUCA SUR. QUITO*.
- Guía PMBOK Sexta Edición*. (2017).
- Guía PMBOK Sexta Edición*. (2017).
- Guía PMBOK Sexta Edición*. (2017). Sexta Edición.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (2017). *Perú: Características Económicas y Financieras de las empresas de servicios. Encuesta económica anual 2015*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Perú: Características Económicas y Financieras de las empresas de Servicios. Resultados de la encuesta económica anual 2016*. Lima: INEI 2017.
- PETROECUADOR, E. (2022). *Plan Estratégico Empresarial de EP PETROECUADOR*. QUITO.
- Plan Estratégico Empresarial de EP PETROECUADOR. (2022).
- Project Management Institute. (2017). *Guía PMBOK. Sexta Edición*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2023). *Grupo de Procesos: Guía Práctica*. Pennsylvania: Project Management Institute.

- Sabag, J. R. (2015). *Pundamentos de la tecnología de Productividad de Pozos Petroleros*. España: Editorial Reverté.
- Schlumberger. (2014). *PROTOCOLO DE PRUEBA Vx* SPECTRA 19mm & PHASE*. Francisco de Orellana.
- Tetrattec. (Marzo de 2024). <https://tetrattec.com>. Obtenido de <https://tetrattec.com/es/oil-and-gas-services/production-testing/surface-well-testing/>
- Villamarín, O., & Carrera, A. (2010). *Diseño de una plataforma típica de producción petrolera en la Amazonía Ecuatoriana*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.