

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

**INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA
DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE
PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF).**

Director: Ing. Fernando Rivera Insignares

*Jorge Insignares Ferreira
Ingeniero Electrónico
jinsignares@hotmail.com*

*UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO FACULTAD DE INGENIERIA
Bogotá, Colombia*

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

CONTENIDO

1.	CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
1.1.	Antecedentes	7
1.2.	Justificación.....	8
1.3.	Problema, necesidad u oportunidad a solucionar	9
1.4.	Descripción de la solución	10
2.	EL WBS DEL PROYECTO	11
2.1.	El árbol de tareas del proyecto	11
3.	LA INGENIERÍA CONCEPTUAL	12
3.1.	Alcance del proyecto.....	12
3.2.	Descripción del proceso o del servicio.....	12
3.3.	Estado del arte	13
3.4.	Especificaciones de funcionamiento	14
3.5.	Especificaciones de montaje físico	16
3.6.	Especificaciones de ambiente de operación.....	16
3.7.	Especificaciones de gestión de la solución.....	17
3.8.	Normativa técnica a cumplir	18
3.9.	Legales.....	20
3.10.	Contractuales	21
3.11.	Identificación de riesgos.....	21
3.12.	Gestión de los riesgos.....	22
3.13.	Responsables del proyecto.....	23
3.14.	Organizacional	24
3.15.	Legal	24
3.16.	Financiero	26
3.17.	Infraestructura	26
4.	LA INGENIERÍA BÁSICA	27
4.1.	Diagrama en Bloques de la Solución	27
4.2.	Descripción de la Solución.....	27
5.	LA INGENIERÍA DE DETALLE.....	28
5.1.	Escogencia de Componentes	28
5.2.	Diagramas y Planos de la Solución	28

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.3.	Listado de elementos	28
5.4.	Maquinaria y Equipos.....	29
5.5.	Herramientas.....	29
5.6.	Vehículos	29
5.7.	Software y Licencias	29
5.8.	Entrenamiento y/o certificaciones	29
5.9.	Construcciones, muebles y enseres	30
5.10.	Evaluación de la factibilidad técnica del proyecto	30
6.	LA PROCURA (EL SUMINISTRO)	30
6.1.	Proveedores y su Oferta	30
6.2.	Precommissioning (Pruebas en fábrica)	30
6.3.	Despacho	32
6.4.	WBS/EDT de la procura (tareas de nivel 4)	33
7.	LA ADECUACIÓN	33
7.1.	Diagrama arquitectónico y localización de equipos.	33
7.2.	Obras civiles, remodelaciones, acometidas y redes.	34
7.3.	WBS/EDT de la adecuación (tareas de nivel 4).....	34
8.	EL MONTAJE	35
8.1.	Flujograma para el montaje	35
8.2.	WBS/EDT del montaje (tareas de nivel 4)	35
9.	EL ARRANQUE.....	35
9.1.	Flujograma para el arranque.....	35
9.2.	WBS/EDT del arranque (tareas de nivel 4).....	35
10.	LA PUESTA EN SERVICIO	35
10.1.	Flujograma para la puesta en servicio	35
10.2.	WBS/EDT de la puesta en servicio (tareas de nivel 4)	35
11.	LA ENTREGA.....	36
11.1.	Flujograma para la entrega.....	36
11.2.	WBS/EDT de la entrega (tareas de nivel 4).....	36
12.	INICIO DE LA OPERACIÓN	36
12.1.	Actividades para la garantía (tareas de nivel 4).....	36
12.2.	Actividades para el soporte (tareas de nivel 4)	36

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

12.3.	Actividades para la capacitación (tareas de nivel 4)	36
12.4.	Actividades para generar la documentación (tareas de nivel 4)	36
13.	LOS RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO	37
13.1.	Organigrama del proyecto.....	37
13.2.	Organigrama de la estructura administrativa de la organización	38
14.	LOS RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO	39
14.1.	Tablas de recursos.....	39
15.	LOS COSTOS DEL PROYECTO	40
15.1.	Tabla para relacionar costos y recursos	40
15.2.	Costos de las actividades de ingeniería.....	42
15.3.	Costo de los activos que se entregarán al cliente.....	42
15.4.	Costo de los activos para la garantía y el soporte	43
15.5.	Costo de las licencias de operación.....	43
15.6.	Total de los costos fijos.....	44
15.7.	Costos variables directos	44
15.8.	Gastos administrativos de la empresa	45
15.9.	Gastos generales de la empresa	46
15.10.	Gastos financieros de la empresa.....	47
15.11.	Prorratio del overhead a cargo del proyecto.....	47
16.	EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO	48
16.1.	Costo total del proyecto	48
17.	EL PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO	48
17.1.	Las empresas competidoras, su oferta y sus precios de venta	48
17.2.	La licitación y las disponibilidades presupuestales	50
17.3.	Determinación del precio del mercado.....	50
17.4.	Evaluación económica del proyecto.....	51
17.5.	Tasa, costo de oportunidad en el mercado.....	52
17.6.	Evaluación económica de la utilidad del proyecto	52
17.7.	Precio de venta del proyecto.....	52
17.8.	Recomendación final.....	53
	ANEXO 1: PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS.....	54
	ANEXO 2: LISTADO DE PRODUCTOS DE LA INGENIERÍA	56

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. - GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO.	23
TABLA 2. - RESPONSABLES DEL PROYECTO	23
TABLA 3. - SOFTWARE Y LICENCIAS.....	29
TABLA 4. - MUEBLES Y ENSERES.....	30
TABLA 5. - WBS/EDT DE LA PROCURA.....	33
TABLA 6. - WBS/EDT DE LA ADECUACIÓN.	35
TABLA 7. - TABLA DE RECURSOS PARA LAS ACTIVIDADES DE INGENIERÍA.	39
TABLA 8. - TABLA DE RECURSOS PARA LA PROCURA.	39
TABLA 9. - RELACIÓN DE COSTOS Y RECURSOS PARA LAS ACTIVIDADES DE INGENIERÍA.	40
TABLA 10. - RELACIÓN DE COSTOS Y RECURSOS PARA LA PROCURA.....	41
TABLA 11. - COSTOS DE LAS ACTIVIDADES DE INGENIERÍA.....	42
TABLA 12. - COSTO DE LOS ACTIVOS QUE SE ENTREGARÁN AL CLIENTE.	42
TABLA 13. - COSTO DE LOS ACTIVOS PARA GARANTÍA Y EL SOPORTE.....	43
TABLA 14. - COSTOS DE LAS LICENCIAS DE OPERACIÓN.....	43
TABLA 15. - TOTAL DE LOS COSTOS FIJOS.	44
TABLA 16. - COSTOS VARIABLES DIRECTOS.....	44
TABLA 17. - GASTOS ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA	46
TABLA 18. - GASTOS GENERALES DE LA EMPRESA	47
TABLA 19. - PRORRATEO DEL OVERHEAD A CARGO DEL PROYECTO.	47
TABLA 20. - COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	48
TABLA 21. - ANÁLISIS DE PRECIOS POR EMPRESA.....	50
TABLA 22. - ANÁLISIS DE LOS PRECIOS DE HORAS – HOMBRE DE INGENIERÍA POR EMPRESA	51
TABLA 23. - COSTO DE OPORTUNIDAD EN EL MERCADO.	52
TABLA 24. - PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO.....	52

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. - ÁRBOL DE TAREAS DEL PROYECTO.....	11
FIGURA 2. - CONCLUSIONES DEL INFORME DEL INSTITUTO AMERICANO DEL PETRÓLEO (API) SOBRE LA MEJOR TECNOLOGÍA DISPONIBLE PARA LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA PRODUCIDA.....	14
FIGURA 3. - DIAGRAMA EN BLOQUES DEL PROYECTO.	27
FIGURA 4. - ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	37
FIGURA 5. - ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA.	38

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

Caso de negocio

1.1. Antecedentes

Las operaciones petroleras de perforación pueden crear grandes cantidades de agua contaminada, conocido como “agua producida”, o el agua que se produce en el pozo. La mayoría de los yacimientos subterráneos de petróleo tienen una capa de agua cruda, llamada “agua de formación”, que yace debajo de los hidrocarburos. Mientras un pozo envejece y el petróleo llega a ser difícil de eliminar, agua o vapor se inyecta en los embalses para ayudar a impulsar el aceite a la superficie. Tanta agua de formación como agua inyectada eventualmente se dirigen a la parte superior y son producidos en la boca del pozo junto con los hidrocarburos.

Mientras que se bombea la mezcla de petróleo/agua fuera del pozo se separa, produciendo el producto de hidrocarburo y el agua producida. Generalmente, el agua producida procedente de los pozos petroleros llega a 8 veces más que el volumen del petróleo producido.

Estos volúmenes representan enormes cantidades de agua contaminada, que requieren métodos de tratamiento económico y ecológicamente amigable para que puedan ser reutilizados o eliminarse de forma segura.

Los convenios internacionales han establecido el objetivo provisional de 40 ppm de hidrocarburos en la eliminación de agua producida en la perforación en mar. En instalaciones en tierra, las compañías petroleras tienen más espacio para el gran equipo pesado, filtros de arena, los estanques de solución, y un tiempo largo de proceso para reducir el aceite en la concentración de agua de desfonde y otros efluentes tan bajo como a 4ppm.

Volúmenes de agua producida suelen aumentar notablemente mientras mayores yacimientos petrolíferos transcurren su máxima producción.

Mientras que se investiga sobre los efectos ambientales posibles a largo plazo de arrojar grandes cantidades de agua contaminada, incluso levemente, en las vías navegables cada día, la industria ha continuado la búsqueda de soluciones. Estas incluyen formas de reducir el volumen de agua producida, de re-inyectarla a las rocas debajo de la tierra, y de elaborarla lo más limpia posible cuando no hay alternativa para la descarga. La industria del petróleo pudo lograr un promedio para 1998 de 22ppm.

Un método de tratamiento para reducir la cantidad de aceite en el agua ha sido de aumentar el uso de floculantes polímeros y productos químicos. Esto trae consigo otros temas ambientales, como resultado de la creación y la eliminación de los materiales químicos. Además de la amenaza ambiental, estos productos químicos deben ser almacenados y manipulados como parte del proceso de tratamiento continuo, añadiendo los gastos de la deuda y los gastos de funcionamiento. El uso de

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

estos productos químicos añade millones de toneladas de residuos adicionales para el ecosistema.

Entre las dificultades para tratar agua producida están los ingredientes tóxicos, frecuentemente asociada con hidrocarburos. Los metales pesados, partículas radiactivas, y carbono orgánico volátil representan las amenazas más importantes. Además, el agua producida contiene muchos otros productos químicos no deseados, que deben ser eliminados antes de la descarga, o incluso antes de re-utilizarlos en las operaciones de perforación. Altos niveles de sólidos disueltos son difíciles para los dispositivos convencionales que se encargan de la separación por gravedad. DAF, centrifugadora, clarificadores, hidrociclones y otros equipos de resolución similar y separación son ineficaces para eliminar los sólidos disueltos.

En Colombia, La Superintendencia de Operaciones Huila-Tolima (SOH) también adelanta estudios y evaluaciones para definir, los planes a ejecutar para manejar los miles de barriles diarios de agua que se producen y que se prevé aumenten en los próximos años por nuevos pozos que entrarán en operación y por la declinación natural de la producción de los campos.

Controlar la producción de agua, inyectar el agua en el subsuelo o utilizarla en superficie son las alternativas que se han definido. Ejemplo de ello son los estudios que se adelantan con la Universidad Surcolombiana para que, tras un tratamiento, las aguas puedan ser utilizadas en proyectos agrícolas de recuperación de suelos, o de producción de maderables o biocombustibles.

1.2. Justificación

Las aguas asociadas de producción reciben este nombre porque al extraer el crudo de los yacimientos, y debido a las características estructurales del subsuelo y a su nivel freático, vienen mezcladas con el crudo. De hecho, en la mayoría de los pozos, las mismas aguas son parte del proceso de extracción, ya que ejercen una presión natural, empujando al crudo hacia la superficie una vez perforado el pozo.

Los miles de barriles de agua que se extraen de los campos petroleros en el país durante el proceso de producción deben ser tratados y reinyectados, con el fin de mejorar los niveles de producción de crudo, reducir a cero los vertimientos de aguas y minimizar los impactos al medio ambiente.

Aunque el agua y el aceite se repelen de forma natural, cuando se trata de la producción en los campos petroleros el agua inicia un camino tan largo como el del aceite; no solo para evitar que se convierta en un riesgo ambiental sino también para convertirla de nuevo en un valioso recurso renovable.

En los campos petroleros en todo país se da un fenómeno muy común dentro de la operación petrolera: por cada barril que se produce de crudo se extraen en promedio cinco barriles de agua.

El agua resultante de la operación petrolera tiene generalmente tres destinos: se inyecta de nuevo al subsuelo en procesos de recobro mejorado de petróleo, para obtener una mayor producción de crudo o mantener la presión en un yacimiento; se

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

inyecta en un lecho para su almacenamiento o se trata y, finalmente, se vierte a fuentes hídricas.

Cuando la idea es verter el agua a fuentes naturales, bajo las condiciones y a las distancias establecidas por las autoridades ambientales competentes en el ámbito regional, aquella debe ser tratada mediante procesos químicos y/o físicos que remuevan el mayor número de contaminantes y así cumplir al pie de la letra la normatividad existente en materia ambiental.

Objeto del proyecto

1.3. Problema, necesidad u oportunidad a solucionar

Pacific Rubiales, el principal productor independiente de crudo en Colombia, produce actualmente 227,000 bbl/d brutos, principalmente de los campos rubiales y Quifa. El incremento en la producción durante los últimos meses fue posible debido a la perforación de 146 pozos productivos, así como a la construcción de las instalaciones de procesamiento en Campo Rubiales (CPF). De este campo la cantidad que se extrae de agua es mucho mayor a la que se extrae de petróleo. En este momento, uno de los grandes retos de la compañía es el manejo y el tratamiento de agua para verterla al río o reinyectarla en otros pozos productores.

El manejo y disposición del agua asociada con la producción de petróleo es una fase que en ocasiones puede resultar compleja, especialmente si el volumen es muy grande y si el agua es salada o salmuera. En ocasiones, una buena opción operacional y económica es inyectar el agua al yacimiento mediante pozos para recuperación adicional, o cuando se obtiene agua en exceso se inyecta en la formación como desecho líquido. En ambos casos el contenido de hidrocarburos, es usualmente el contaminante principal del agua de inyección y puede causar pérdidas en la operación de inyección. Por tal motivo esta agua debe cumplir con ciertas especificaciones, que dependen del yacimiento elegido para la inyección. A partir de las consideraciones de calidad, el agua producida requiere de un procesamiento con equipos de superficie para acondicionarla y minimizar problemas como corrosión, sólidos suspendidos, emulsión inversa e incrustaciones.

Por lo tanto es necesario nuevas instalaciones para el tratamiento de agua con el fin de manejar un volumen incremental de 300,000 bbl/d de agua y mejorar los sistemas de inyección de agua de formación tratada a los pozos.

Con esto se busca la reutilización de aguas de producción provenientes de los yacimientos de petróleo, teniendo en cuenta los aspectos ambientales, sociales y económicos; buscando generar una solución viable para las empresas petroleras, y un desarrollo sustentable de ésta actividad para la zona.

Teniendo en cuenta esta consideración para disponer de las aguas de producción es necesario el diseño de un método de tratamiento mecánico-físico o químico para poder entregar el agua al medio ambiente o reinyectar a pozos, asumiendo como requisito mínimo que no sean nocivas para el medio ambiente sobre la base de la calidad del agua que se necesita.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

La operación de reinyección de agua a los pozos se debe realizar con bajas presiones para procurar conservar las permeabilidades y que permitan admitir suficientes volúmenes de agua, por lo tanto es una necesidad realizar un tratamiento previo para la reinyección.

De no realizarse la implementación de estos sistemas la gran cantidad de aguas de producción generarían un impacto ambiental negativo, ya que estas descargas alterarían las características fisicoquímicas de las fuentes de agua trayendo como consecuencia, la inhibición del intercambio gaseoso disminuyendo la probabilidad del desarrollo de recursos hidrobiológicos. Por lo general, el agua de producción se encuentra contaminada con sulfatos, carbonatos, cargas orgánicas, grasas y metales entre otros compuestos derivados del petróleo.

1.4. Descripción de la solución

Con el fin de lograr un adecuado tratamiento de las aguas de producción y un efectivo proceso de recuperación de natas de las aguas aceitosas se plantea el diseño de una Planta de Tratamiento de Agua (PTA).

Las Plantas de tratamiento de agua estarán conformadas por una celda de flotación diseñada para eliminar de forma eficaz una carga de 500 ppm de crudo libre y/o sólidos suspendidos del agua de producción y ofrecer una capacidad de tratamiento de 4800 gpm.

El crudo, natas y lodos removidos en la celda se descargarán a las bombas de natas que llevan el crudo, natas y lodos removidos a un sumidero. El agua tratada por cada celda será llevada por las bombas de transferencia o alimentación a filtros a los paquetes de filtración los cuales comprenden tres trenes de filtración, cada uno de estos trenes se compone de un (1) filtro de lecho vegetal y dos (2) decantadores, con sus respectivas bombas neumáticas de lodos, cada una correspondiente a un tren de filtración y una bomba de reserva. Los paquetes de filtración tienen como objetivo garantizar la calidad de agua filtrada por debajo de un contenido de 1 ppm de aceite.

El agua tratada a la salida de la PTA, debe ser enviada a la piscina de agua tratada, para luego ser re-inyectada a los pozos, mediante un arreglo de bombas de inyección.

El agua de retrolavado de los filtros de la PTA será enviada a la piscina de agua de retrolavado. Este equipo constará de cinco (5) bahías y están diseñadas para recibir el caudal máximo entre el flujo promedio diario de retrolavado y el retrolavado simultáneo de dos PTAs con dos canales en operación y uno en mantenimiento. Cada bahía posee tres zonas: una zona de entrada, una zona de separación y una zona de salida.

2. EL WBS DEL PROYECTO

2.1. El árbol de tareas del proyecto

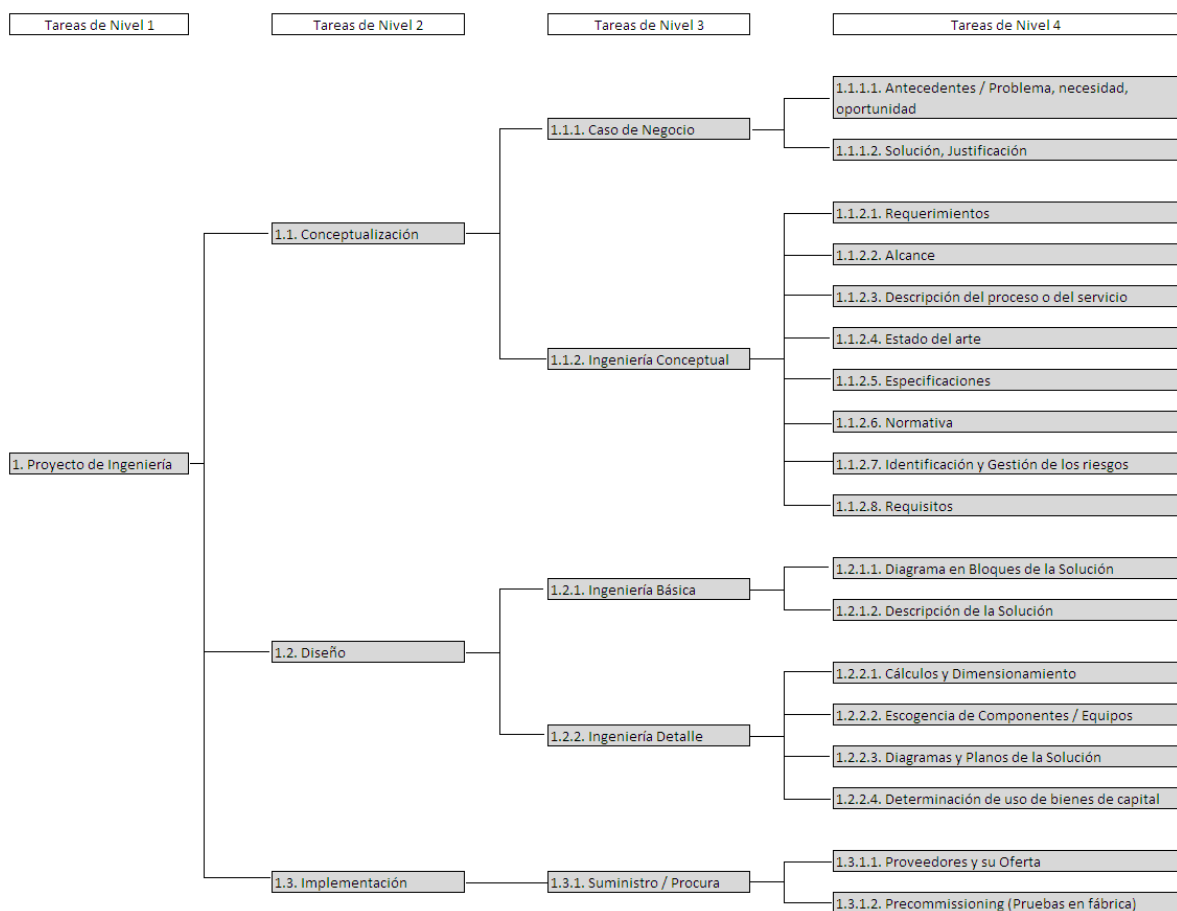


Figura 1. - Árbol de tareas del Proyecto.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

3. LA INGENIERÍA CONCEPTUAL

Alcance del proyecto

3.1. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto consta del desarrollo de la ingeniería conceptual, básica detalle y procura de equipos para la construcción, montaje y puesta en marcha de una (1) nueva la planta de tratamiento de agua en la Central de Procesamiento de Fluidos (CPF) de Pacific Rubiales Energy.

El proyecto contempla la especificación y diseño de las nuevas instalaciones y las modificaciones de las instalaciones existentes, con el fin de mantener la filosofía de operación de la planta. Para ello se considera el diseño de un sistema con capacidad de integrarse a las facilidades existentes de la planta.

Los trabajos de Ingeniería que se incluyen en el presente alcance son:

- Realización de la ingeniería conceptual, básica y detalle para el adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua desde las salidas de agua de los Tanques Skim existentes, hasta las líneas de interconexión con las Piscinas de agua tratada y agua de retrolavado también existentes en la planta.

Los trabajos de procura que se incluyen en el presente alcance son:

- Realización de la compra de instrumentos, equipos, materiales y accesorios de tubería, para la construcción de la nueva Planta de Tratamiento de Agua.

Marco teórico

3.2. Descripción del proceso o del servicio

La Central de Procesamiento de Fluidos (CPF) tiene como objetivo deshidratar el crudo Rubiales producido, el cual tiene una especificación entre 90% y el 95% de BSW y 5 scf/BBL de gas asociado, para obtener un crudo con una especificación de BSW de menos de 0.5%.

El agua producida en los FWKOs y tanque de cabeza (existentes), se transfiere por medio de bombas de agua separada a dos (2) Tanques Skim (existente), 400-TK-0101/0201, de 94,500 BBL de capacidad nominal de almacenamiento y 500,000 sBWPD de procesamiento cada uno, instalados en paralelo, mientras que el agua producida en los separadores electrostáticos (existentes) se emplea como medio de calentamiento en FWKOs y tanque de cabeza, previo a su envío también a dichos tanques para el tratamiento correspondiente. El agua de los Tanques Skim, con un contenido de crudo de 600 ppm, debe ser enviada hacia la nueva Planta de Tratamiento de Agua (PTA), 400-PK-0X01 (donde X = número del paquete), las tres primeras plantas tienen la cual contará con una capacidad de 100,000 BWPD cada una y actualmente están operando.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

La nueva planta estará conformada por una celda de flotación, diseñada para eliminar de forma eficaz una carga de 500 ppm de crudo libre y/o sólidos suspendidos del agua de producción y ofrecer una capacidad de tratamiento de 4800 gpm (164.592 BPD).

El crudo, natas y lodos removidos en la celda se descargarán a las bombas de natas que llevarán el crudo, natas y lodos removidos al sumidero de la piscina de lodos existente en la planta. El agua tratada por la celda será llevada por las bombas de transferencia o alimentación a filtros, a los paquetes de filtración los cuales comprenden tres trenes de filtración, cada uno de estos trenes se compone de un (1) filtro de lecho vegetal y dos (2) decantadores, con sus respectivas bombas neumáticas de lodos, cada una correspondiente a un tren de filtración y una bomba de reserva. Debido a la operación de retrolavado de los filtros, el agua de retrolavado será enviada a los decantadores correspondientes, en los cuales se separan lodos y agua. El agua clarificada será enviada a la piscina de retrolavado de la planta y los lodos al sumidero de la misma. Los paquetes de filtración tendrán como objetivo garantizar la calidad del agua filtrada por debajo de un contenido de 1 ppm de aceite.

El agua tratada a la salida de la PTA, será enviada a la piscina de agua tratada existente, para luego ser re-inyectada a pozo, mediante un arreglo de bombas de inyección.

3.3. Estado del arte

Cada pocos años, las compañías petroleras revalorizan las nuevas tecnologías en el mercado del tratamiento de aguas residuales aceitosas. Las mejoras tecnológicas han sido especialmente significativas en el área de la filtración. Algunas compañías han desarrollado sistemas de filtración por membranas, que es singularmente apropiada para el tratamiento de agua producida, barcaza, agua amarga y lodo.

En 1995, El Instituto Estadounidense del Petróleo (API), hizo su recomendación sobre la mejor tecnología disponible para la gestión del agua producida sobre las instalaciones petrolíferas y de gas en alta mar. El informe identificó los siguientes factores que contribuyen a la toxicidad del agua producida: muy pequeñas partículas, salinidad (9% o superior), compuestos volátiles, materiales orgánicos extraíbles (ácido, básico, neutral), amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Seis de las tecnologías de tratamiento de agua, ya probadas en tierra, fueron evaluados y calculados (*Ver Figura 2.*).

El informe dejó claro que, utilizando combinaciones de tecnologías diferentes, es posible reducir los contaminantes en agua producida a niveles casi indetectables. El cuadro muestra las tecnologías evaluadas por el grupo. Cabe señalar que los importantes avances tecnológicos han sido realizados desde 1995.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Método de Tratamiento	Ventajas	Desventajas	Costo
Absorción de Carbono Sistemas modulares de carbono granular activado.	Elimina hidrocarburos y ácido, compuestos bases y neutrales; bajo consumo energético; mayor capacidad de producción que otros tratamientos (excepto biológicas); trata una amplia gama de contaminantes; muy eficiente en eliminar alto MW Orgánicos.	Ensuciamiento de gránulos de carbono es un problema; produce residuos de carbono y repercusión; requiere algún pretratamiento del flujo de agua producida.	Moderado
Extracción con Aire Torre de embalsados con aire burbujeante mediante el fluido de agua producida.	Elimina el 95% de VOCs así como benceno, tolueno, naftaleno y fenoles; H ₂ S y amoníaco puede ser despojado con la adaptación de pH; la mayor temperatura mejora la eliminación de semi-volátiles; pequeño tamaño; bajo peso y necesidades energéticas baja.	Puede ser ensuciado por petróleo; riesgo de hierro y formación de escala de calcio; genera un flujo de residuos de gas, que pueden requerir tratamiento; requiere algunos pretratamiento de flujo de agua producida.	Baja capital y gastos de funcionamiento; el tratamiento cuestan hasta \$0.10/1,000 gal más \$1.50/k gal si se controla el off-gas por carbón activado
Filtración por Membranas Membranas poliméricas de Nanofiltración y Osmosis Inversa.	Retirada efectiva de partículas y aceite emulsionado y dispersado; huella pequeña, bajo peso y bajo consumo de energía; ratio alto de rendimiento.	No elimina los volátiles o componentes de bajo peso molecular. Petróleo, sulfuros o bacterias pueden ensuciar la membrana, que exige limpieza diaria; rechazo puede contener materiales radiactivos; requiere pretratamiento de alimentación.	Bajos costos de operación
Luz ultravioleta Irradiación por las lámparas ultravioletas.	Destruye los componentes orgánicos disueltos y orgánicos volátiles y no volátiles, incluso orgánicos biocidas; no genera flujo de residuos adicionales; manejo molesto o condiciones de carga alta.	No tratar amoníaco, petróleo dispersado, metales pesados, o la salinidad; relativamente altas necesidades de energía; las lámparas UV (ultravioleta) pueden llegar a ser viciado; los residuos pueden ser tóxicos si se utiliza peróxido; requiere algunos pretratamiento de flujo de agua producida.	Similares los costos de capital a la oxidación química con ozono, pero los gastos de funcionamiento menores porque no flujos de residuos.
Oxidación química Oxidación de Ozono y/o de peróxido de hidrógeno.	Elimina H ₂ S y partículas; trata hidrocarburos, ácido, orgánicos bases y neutrales, volátiles y no volátiles; necesidad energética baja si se utiliza el sistema peróxido; fácil de operar.	Entradas de alta energía para el sistema de ozono; el petróleo puede ensuciar el catalizador; puede producir lodos y residuos tóxicos; requiere algún tratamiento previo de flujo de agua producida.	Moderados costos de operación
Tratamiento biológico Sistema aeróbico con una capa de biotower fija o crecimiento suspendido (por ejemplo eje profundo).	Trata hidrocarburos biodegradables y compuestos orgánicos, H ₂ S, algunos metales y, en algunas condiciones, amoníaco; las necesidades de energía moderadas; maneja cargas variables, si aclimatada.	Grandes, maquinaria pesada necesaria para largo tiempo residiendo; la acumulación de aceite y hierro obstaculiza la actividad biológica; la aireación hace que la escala de calcio se forme; produce gas y requiere tratamiento de lodo; requiere pretratamiento de alimentación.	Similares los costos de capital a la oxidación química con ozono, pero los costes de explotación menor porque no flujos de residuos.

Figura 2. - Conclusiones del Informe del Instituto Americano del Petróleo (API) sobre la mejor tecnología disponible para la Gestión y Tratamiento del Agua Producida.

Especificaciones técnicas del producto

3.4. Especificaciones de funcionamiento

Los elementos a tener en cuenta para el diseño, serán instrumentos de tipo electrónico y de indicación local, transmisores basados en arquitecturas de bus de campo aptas para ambientes de trabajo pesado. Los elementos electrónicos poseerán visor de indicación tipo LCD. Los instrumentos de indicación local serán suministrados aptos para ambientes de intemperie y expuestos a contacto directo con el agua y demás requerimientos de instrumentación necesarios para los equipos y las unidades de proceso pretendidas.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

En caso de instrumentación para equipos paquete, se requiere que los equipos paquetes sean suministrados con cajas de conexiones con todas las señales (I/O) cableadas y conectadas desde los instrumentos hasta las cajas de conexiones.

Con el fin de mantener la filosofía de automatización de la planta. Los sistemas de control a considerar deberán ser de tipo distribuido, aptos para el manejo de señales por medio de bus de campo, con capacidad de integrarse a las facilidades de control y monitoreo de la planta. Se debe suministrar un gabinete o panel incluyendo las regletas terminales para las señales a ser transmitidas desde y/o hacia el controlador. Todos los gabinetes o paneles deberán contarán con Dispositivos de Protección para Sobretenensión (DPS).

Las demás herramientas tecnológicas a utilizar deberán ser totalmente compatibles, tanto en software como en hardware con la plataforma actualmente instalada en la planta.

Por otro lado para satisfacer las necesidades de aire de planta e instrumentos de la nueva planta de tratamiento se dispondrá de un nuevo paquete de aire de instrumentos y de planta con capacidad para 3,000 SCFM conformado por tres (3) trenes de compresión. Cada tren conformado por tres (3) filtros de aire, un (1) compresor, un (1) enfriador y un (1) acumulador. Una vez se tiene el aire comprimido se dividirá en aire de planta y aire de instrumentos. Para el aire de planta no se dispondrá de ningún proceso adicional, solo se tendrá un (1) tanque pulmón con capacidad para 8,445 galones almacenados a 150 psig y 120 °F. En cambio, para obtener el aire a la especificación requerida para los instrumentos de control se dispondrá de un conjunto secador (uno en operación y otro en regeneración del lecho secante) con sus filtros de entrada y salida, además de un (1) tanque pulmón de 5,016 galones almacenados también a 150 psig y 120°F.

Además, la planta de tratamiento de agua contará con un suministro de electricidad independiente a ser provisto por un generador con capacidad de 500 kW. Se estima que se requiere un consumo de 27 gph. En consecuencia se dispondrá de un tambor de almacenamiento con capacidad para 215 BBL (9,030 galones), lo cual proporciona una autonomía de tres (3) días. Dicho tambor será suministrado por medio de carrotanques, los cuales deberán traer la bomba para el descargue del diesel.

Los proveedores de los equipos paquetes deberán entregar las estrategias de control, esquemas de pantallas gráficas y despliegues de alarmas que deberán ser configuradas en el sistema de control de la planta, las matrices de causa y efecto con las necesidades de parada de emergencia del equipo tipo paquete, así como las señales de enclavamientos externos que requieren de sistemas de control de la planta. En el caso que el fabricante suministre un software propietario el mismo deberá suministrar en plataforma abierta los módulos de comunicación desde y hacia el sistema de control. Con el fin de evitar conflictos entre los software propietarios y empresas suministradoras de estos módulos de comunicación.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

3.5. Especificaciones de montaje físico

Durante la fase del desarrollo de la Ingeniería se debe realizar un levantamiento de campo para recopilación de información sobre la topografía, instalaciones existentes y condiciones ambientales generales del sitio en donde será instalada la Planta de Tratamiento de Agua.

Las siguientes actividades corresponden a la fase de validación de la escogencia del sitio del proyecto o mejoramiento de este.

- **Levantamiento Topográfico:** Esta actividad es primordial en este tipo de proyectos, porque permite conocer el relieve del terreno (Plano, Ondulado, Montañoso y Escarpado). Debido a la disposición de los equipos de proceso y al trazado de tuberías, el sitio de implantación de las facilidades debe tener una superficie plana, ya sea para toda el área del proyecto o a través de terrazas. Conociendo el relieve o topografía del terreno es factible hacer un correcto diseño de los corredores de acceso, no solo para las vías, sino para los trazados de líneas de flujo y ductos eléctricos.
- **Movimiento de Tierras:** Una vez es conocida la topografía detallada del área de intervención, se deben calcular los volúmenes del movimiento de tierra, es decir, cuanto terreno se debe cortar o cuanto se debe rellenar. Debido a sus costos y a las implicaciones ambientales que esta actividad conlleva, la convierte en un factor decisorio de la factibilidad de llevar a cabo el proyecto.
- **Estudio de Suelos:** Este estudio se puede llevar a cabo simultáneamente con el levantamiento topográfico. El resultado de un estudio geotécnico son la determinación de los parámetros geotécnicos que son valores de entrada para el cálculo estructural de las fundaciones de los equipos y edificaciones, así como de las estructuras de cubierta y soporte que conllevan facilidades industriales. Otro dato importante que se obtienen con este estudio es la recomendación constructiva de las fundaciones, vías de acceso y en especial, la inclinación de los taludes de los cortes y rellenos propuestos para el movimiento de tierras.
- **Estudio hidrológico e hidráulico:** Son necesarios para la obtención de la intensidad y duración de las precipitaciones pluviales en la zona del proyecto, que a su vez son fundamentales a la hora del cálculo de los drenajes de aguas lluvias, residuales y aceitosas. Dentro de estos estudios se tienen en cuenta la capacidad de infiltración o percolación, que también se pueden hallar en el estudio de suelos.

3.6. Especificaciones de ambiente de operación

Para el desarrollo del proyecto y correcta operación del sistema, los siguientes requisitos son necesarios:

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Sistema UPS (Uninterruptible power supply) en cuarto de control, para todos los controladores, estaciones de operación del sistema de control e instrumentación de campo que deben requerir ser energizados a 120 Vac.
- Sistema UPS de 24Vdc en campo, para todos los instrumentos que requieran suministro de energía eléctrica 24 Vdc, alimentado por una fuente redundante energizada a 120 Vac. La capacidad de las fuentes locales de 24 Vdc redundantes se debe seleccionar teniendo en cuenta que la redundancia se especifica con el propósito de contar con la mayor disponibilidad de fuente y no con el fin de proveer mayor potencia a la carga.
- Fuentes de alimentación a 480 Vac desde el centro de control de motores (CCM) existente, para todos los equipos operados por motor eléctrico.
- Paquete de aire para satisfacer las necesidades de aire de planta e instrumentos de la nueva planta de tratamiento.
- Suministro de electricidad independiente, provisto por un generador para proporcionar una autonomía de tres (3) días.

3.7. Especificaciones de gestión de la solución

La nueva planta de tratamiento de agua dispondrá de sistemas de control basados en Controladores Lógicos Programables (PLC) y/o computadores los cuales por comunicaciones ETHERNET/IP se conectarán a la red ETHERNET/IP del CPF, con el fin de poder monitorear y supervisar las señales de todos los equipos a través de las consolas de operación ubicadas en la sala de control principal. Todas las señales de control y de seguridad de los equipos, irán cableadas directamente a su respectivo PLC. Y a su vez podrán ser leídas a través de comunicaciones ETHERNET/IP por el sistema de control principal del CPF.

En caso de que alguna alarma requerida no esté disponible en el panel local del equipo, esta puede ser configurada directamente sobre el sistema de control principal en base a su dirección ETHERNET/IP. Por lo tanto, se requiere de estrategias de integración y monitoreo, a ser configuradas en los PLC de la planta de tratamiento y el sistema de control principal para una operación segura, reduciendo las posibilidades de operar bajo riesgos, pérdida de especificaciones del producto final o fallas mecánicas de los diferentes equipos.

Cabe resaltar que el apagado de los equipos de la planta de tratamiento solo podrá darse por causas asociadas a la lógica de control propias del PLC local.

La arquitectura de control establecida involucra las redes de la siguiente manera:

- Red de supervisión del CPF: la red Ethernet existente está constituida por Switches industriales que comparten la información disponible en la planta para que esta sea tomada por servidores de supervisión y las interfaces Hombre Maquina en los cuartos satélites de control y el cuarto de control principal.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Red de control del CPF: la red de control existente se implementó sobre ControlNet, en topología de doble anillo de fibra óptica. A esta red pertenecen el PLC principal de la planta y los I/O remotos instalados en los cuartos satélites de control.
- Red de supervisión de campo: Red Ethernet a ser implementada para la integración de la nueva planta de agua a la red de supervisión del CPF, la topología de esta red Ethernet será anillo simple de fibra óptica.
- Red de control de campo: Red ControlNet que integrará los PLC's de la nueva planta de tratamiento.

El HMI (Human Machine Interface) ubicado en el cuarto de control principal mostrará en los despliegues del sistema de Tratamiento de Agua las variables y estados de los equipos, teniendo como lineamiento las especificaciones generales para despliegues en HMI en CPF, y manteniendo los parámetros y criterios de los despliegues existentes de los equipos actualmente en operación.

Requerimientos de calidad de la solución

3.8. Normativa técnica a cumplir

El diseño, la terminología y la selección de los equipos deberán estar en concordancia con la última versión de los siguientes códigos y estándares como mínimo:

INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION (ISA)

- ISA S50.1 Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 4, Proving Systems.
- ISA RP55.1 "Hardware Testing of Digital Process Computers, Recommended Practices"
- ISA S 5.5 "Graphic Symbols for Process Displays"
- ISA RP12.1 "Electrical Instruments in Hazardous Atmosphere".
- ISA Std. S12.4 "Instrument Purging for Reduction of Hazardous Atmosphere".
- ISA 5.1 "Instrument Symbols and Identification".
- ISA 5.3 "Graphic Symbols for Distributed Control".
- ISA 5.4 "Instrument Loop Diagrams"
- ISA 51.1 "Process Instrumentation Terminology".

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)

- ANSI C37.90.1 "Standard Surge Withstand Capability (SWC), Test for Protective Relays and Relay Systems"
- ANSI UL497 "Safety Standards for Protectors for Communication Circuit"
- ANSI/NEMA ICS6 "Industrial Control and System Enclosures"

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

- IEC-61131-1 Programmable Controllers, Part 1: General Information
- IEC-61131-3 Programmable Controllers, Part 3: Programming Languages
- IEC-61131-4 Programmable Controllers, Part 4: User Guidelines.
- IEC 61158-1 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series
- IEC 61158-2 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 2: Physical layer specification and service definition
- IEC 61158-3 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 3: Data-link layer service definition
- IEC 61158-4 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 4: Data-link layer protocol specification
- IEC 61158-5 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 5: Application layer service definition
- IEC 61158-6 Industrial communication networks - Fieldbus specifications Part 6: Application layer protocol specification

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)

- NFPA 70 “National Electrical Code”
- NFPA 493 “Intrinsically Safe Apparatus”, última edición”.
- NFPA 496 “Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment in Hazardous Locations”.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA)

- ICS 1 “General Standards for Industrial Control and Systems”
- ICS 2 “Industrial Control Devices. Controllers and Assemblies”
- ICS 3 “Industrial Systems”
- ICS 4 “Terminal Blocks for Industrial Use”
- ICS 6 “Enclosures for Industrial Controls and Systems”

ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION

- EIA-RS-310C “Racks, Panels and Associated Equipment”

UNDERWRITES LABORATORY (UL)

- UL 698 “Industrial Control Equipment for use in Hazardous (Classified) Locations”
- UL 1221 “Telemetry Equipment in Hazardous Locations”
- UL 50 “Cabinets and Boxes”

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

FIELD BUS FOUNDATION

- AG-181 "Foundation Fieldbus System Engineering Guidelines".
- AG-140 "Foundation Fieldbus Application Guide 31.25 wiring and installation".
- FD-043 "Foundation Fieldbus Technical Overview"

En el evento que existan discrepancias o contradicciones entre las normas antes mencionadas referentes a un mismo aspecto, prevalecerá la que contenga criterios más exigentes, siempre bajo el conocimiento escrito de El Cliente.

En caso de conflicto entre los requerimientos generales y los requerimientos particulares definidos en alguna especificación, hoja de datos o plano aprobado en el proyecto, prevalecerá este documento.

Requerimientos legales y de contratación

3.9. Legales

A continuación se indican las normas legales que se deben cumplir para la realización del proyecto:

- Código sustantivo del Trabajo y las normas que lo adicionan o modifican.
- Código de Comercio, en sus Art. 867 y 949 (Cl. Penal de Apremio)
- Código Civil
- Legislación Colombiana sobre protección a la salud humana, a los recursos naturales y al medio ambiente y se obliga a cumplir los principios constitucionales, el Decreto 2811 de 1974, Ley 9 de 1979, el Decreto 02 de 1982, el Decreto 2104 de 1983, el Decreto 614 de 1984, el Decreto 1594 de 1984, la Resolución 02309 de 1986 del Ministerio de Salud, la Ley 99 de 1993, el Decreto 1180 y demás normas.
- Denunciar ante la autoridad competente los delitos de cuya comisión tenga conocimiento (corrupción, extorsión, falsedad documental, lavado de activos, financiamiento del terrorismo y demás), según lo exige el artículo 67 del Código de Procedimiento Penal (Ley 906 de 2004 y las que la modifiquen o deroguen). Conforme lo exige el artículo 93 de la Ley 418 de 1997 (prorrogada por la Ley 1106 de 2006).
- Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje, las sumas retenidas, relacionadas con los giros y aportes respectivos, dándole prioridad a los regímenes de salud y pensiones. Lo anterior, en concordancia con el cumplimiento del artículo 50 de la Ley 789 de 2002.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Artículo 31 de la Ley 782 de 2002 (vigente hasta el 22 de diciembre de 2010, de conformidad con la prórroga efectuada por el artículo 1° de la ley 1106 de 2006).
- Art. 25 de la ley 40 de 1993, Capítulo segundo del título tercero de la ley de 1993, Capítulo 2 del Título II de la Ley 418 de 1997, prorrogada por las leyes 548 de 1999, 782 de 2002 y 1106 de 2006.
- Ley 734 de 2002, Ley 40 de 1993, Ley 282 de 1996, Ley 504 de 1999, Ley 733 de 2002, Ley 1121 de 2006 y demás normas complementarias que las sustituyan o las modifiquen.

3.10. Contractuales

El contrato contempla las siguientes pólizas:

Póliza de cumplimiento: Junto con la firma del contrato, se estipula una póliza de cumplimiento por parte de la empresa, en donde se especifican unas sanciones específicas en caso de incumplimiento, ya sea de las labores pactadas en el contrato, o en los tiempos de entrega.

Garantía de seriedad de la propuesta: Para asegurar la celebración del contrato, se presentará garantías de seriedad de la propuesta, en las condiciones y montos señalados por la ley.

Garantía Correcta Inversión de Anticipo: se presentará esta póliza para asegurar que el pago inicial o bienes entregados en calidad de anticipo al contratista se destinarán para la ejecución y cumplimiento del contrato.

Riesgos del proyecto

3.11. Identificación de riesgos

Dentro de los riesgos previstos en el desarrollo del proyecto se encuentran los siguientes:

- Incumplimiento de tiempos de entrega de la ingeniería (baja productividad): La entrega de los productos correspondientes al diseño de la ingeniería sobrepasa los tiempos de entrega produciendo una baja efectividad en el cumplimiento de los compromisos.
- Ejecución de pólizas de cumplimiento: Junto con la firma del contrato, se estipula una póliza de cumplimiento por parte de la empresa, en donde se especifican unas sanciones específicas en caso de incumplimiento de las labores pactadas en el contrato.
- Retraso en la entrega de equipos: Riesgo por la no entrega oportuna de equipos y/o instrumentos requeridos por parte de los proveedores. Deficiente

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

estimación de tiempos de entrega. Falta de seguimiento. Incumplimiento del proveedor. Entrega de equipos en sitios equivocados. No contemplar tiempos de nacionalización.

3.12. Gestión de los riesgos

Las acciones de mitigación y contingencia para los riesgos del proyecto se muestran a continuación en la *tabla 1*:

Riesgos del Proyecto		
Riesgo	Acción de Mitigación	Acción de Respuesta
Incumplimiento de tiempos de entrega de la ingeniería (baja productividad)	Desde el inicio de las actividades se tendrá como meta primordial la identificación de los hitos y fechas claves, lo que permitirá contar con la visión requerida para la ejecución expedita de los trabajos, lo que nos dará la capacidad inmediata de ajustes si así se requiere. Durante toda la vida del proyecto se realizarán las siguientes actividades: - Reuniones ordinarias de coordinación interna y multidisciplinaria - Reuniones de coordinación con el Cliente entre las disciplinas involucradas. - Reuniones con el Cliente para revisión de productos en caliente, que permiten definir criterios y avanzar en la entrega de los productos definidos en las ingenierías, agilizando de esta forma la finalización de los proyectos y cumplir con las etapas siguientes a contratar por el cliente, como son la Procura y Construcción de los mismos. - Los Líderes de Disciplina, seleccionarán el o los software a utilizar para el desarrollo más expedito del trabajo, según la disciplina. - Como parte de la ejecución y cumplimiento de los requisitos del diseño se realizarán Revisiones Interdisciplinarias, de forma electrónica, a fin de aminorar los tiempos de esta actividad.	Incremento de personal del equipo de trabajo y de ser necesario de la jornada laboral (horas-hombre por semana), para garantizar la ejecución de todas las tareas exigidas por el cliente y de forma oportuna.
Ejecución de pólizas de cumplimiento	Se ejecutarán las actividades de acuerdo a la secuencia del trabajo, actividades y tareas, que interrelacionan a cada una de las disciplinas, dando prioridad a aquellas requeridas por procura y la contratista de construcción, dentro del marco de tiempo indicado para el proyecto. Como parte complementaria a la estrategia de ejecución indicada anteriormente, se hará uso del soporte de una base técnica instalada, que abarca los temas, desde equipos con alta tecnología, estructura bien definida del manejo de los procesos de gestión de Ingeniería, apoyo de las dependencias funcionales divididas por cada tipo de disciplinas involucradas en los proyectos, un sistema de Gestión del Conocimiento y un sistema de Calidad robusto.	Estimar acuerdos con el cliente con nuevos planes de ejecución que puedan cumplir las expectativas y objetivos iniciales del proyecto de una manera adecuada y oportuna.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Retraso en la entrega de equipos	Contemplar en la estimación de entrega, los tiempos de nacionalización de los equipos. Realizar seguimiento constante al proceso de compra y transporte de los equipos.	Disponer de proveedores aliados con convenios o contratos marcos con la empresa consultora, que puedan suministrar los equipos solicitados en el tiempo requerido.
---	---	--

Tabla 1. - Gestión de los riesgos del proyecto.

Limitantes del proyecto

Stakeholders

3.13. Responsables del proyecto

En la *tabla 2*, se puede observar el personal responsable del proyecto por parte de la empresa que lo desarrolla y del cliente.

Responsables del Proyecto	
Empresa Consultora	Cliente
Director de Proyecto	Líder de Ingeniería
Gerente de Proyecto	Líder de Proyecto
Líder de Civil	Ingeniero Civil
Líder de Procesos	Ingeniero de Procesos
Líder de Instrumentación y Control	Ingeniero de Instrumentación y Control
Líder de Tuberías	Ingeniero Mecánico
Líder de Electricidad	Ingeniero Eléctrico
Líder de Mecánica	Inspector de Procura
Líder de Producción Gráfica	Planificación y Seguimiento
Planificador	Coordinación de Información
Gerente de Procura	Administración de Contratos
Líder de Procura	
Coordinador de Gestión de Calidad	
Controlador de Documentos	
Administrador de Contratos	

Tabla 2. - Responsables del proyecto

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Requerimientos

3.14. Organizacional

Para la eficiente y efectiva ejecución de las actividades requeridas, la empresa cuenta con una organización de ingeniería, orientada a satisfacer las necesidades del cliente durante el desarrollo del proyecto, conformada por un equipo de profesionales y técnicos de alto nivel, con la experticia adecuada para acometer los trabajos previstos. La misma estará integrada por:

- Un equipo gerencial de primer nivel que apoye la visión de las estrategias de construcción y del cliente, aporte valor al proyecto con la experiencia ganada en proyectos anteriores, administre y controle los recursos en función de las exigencias del desarrollo del proyecto.
- Personal de Planificación y Control que mantenga y haga seguimiento periódico a los indicadores que midan valores de gestión en el proyecto, compare y administre los recursos respecto a la ruta crítica de las labores de construcción y emita las alertas necesarias y con la debida antelación que permitan tomar las medidas para corregir desviaciones con respecto a la planificación original del proyecto.
- Equipo de trabajo multidisciplinario que desarrolle la ingeniería con innovación, haciendo propuestas de mejoras, obtenidas tanto de la experticia proveniente de trabajos previos, así como el uso de tecnologías y software para obtener los productos y servicios con valor agregado.
- La aplicación de un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la Norma ISO 9001:2008, en el cual se han definido los procedimientos, listas de verificación, etc. Con el cual se garantiza la generación de una ingeniería con un óptimo nivel de calidad.
- La aplicación del Sistema de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente, bajo los lineamientos de las normas OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 el cumplimiento de los requisitos del Registro Único de Contratistas RUC – CCS y los requisitos HSE contractuales del cliente, para la prevención de fallas de control, incidentes y pérdidas.
- El uso de herramientas electrónicas, como lo es, el diseño de una maqueta de la Planta en modelos tridimensionales, los cuales faciliten las estrategias a seguir de constructibilidad, mantenibilidad, seguridad y confiabilidad en el diseño, con procesos sinérgicos que permitan obtener soluciones de valor y a la medida de las necesidades del proyecto durante su construcción.

3.15. Legal

A continuación se indican los requisitos de ley necesarios para poder llevar a cabo la contratación del proyecto:

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Capacidad Jurídica

Personas jurídicas nacionales y sucursales de sociedades extranjeras: Las personas jurídicas nacionales y las sucursales de sociedades extranjeras, debidamente incorporadas en Colombia, deberán presentar los siguientes documentos:

- Certificado de Existencia y Representación Legal: Este documento, cuya fecha de expedición no deberá ser mayor a treinta (30) días calendario anteriores a su presentación, deberá acreditar:
 - Que el objeto social de la sociedad permite la ejecución del objeto descrito en este documento y las obligaciones derivadas del mismo.
 - Que la sociedad tiene una vigencia mínima de diez (10) años contados a partir de la fecha de presentación de los documentos.
- Registro Único Tributario (RUT) vigente o su equivalente.

Personas jurídicas extranjeras (sin sucursal en Colombia): Las personas jurídicas extranjeras, sin sucursal establecida en Colombia, deberán acreditar su inscripción y capacidad de contratación mediante documento expedido por la entidad encargada del registro correspondiente en el país en donde tengan su domicilio principal, el cual deberá ser presentado conforme a los términos aquí indicados.

Este documento, cuya fecha de expedición no deberá ser mayor a treinta (30) días calendario anterior a su presentación, deberá acreditar:

- Que el objeto social de la sociedad permite la ejecución del objeto descrito en este documento y las obligaciones derivadas del mismo.
- Que la sociedad tiene una vigencia mínima de diez (10) años contados a partir de la fecha de presentación de los documentos.

Cuando el Objeto del Contrato requiera el desarrollo de actividades permanentes, las personas jurídicas sin sucursal establecida en la República de Colombia, deberán establecerse de manera permanente en el país, para lo cual deberán expresar su intención de proceder de tal manera al momento de enviar la Carta de Presentación.

Conocimiento de la Leyes Colombianas.

Siendo aplicable los principios de la legislación civil y comercial, el Código de Comercio, el Código Civil, y demás normas legales vigentes que regulen la materia, así como las reglas previstas en esta Invitación a Proponer, es responsabilidad de los Proponentes conocer todas las leyes colombianas y todos los requisitos, licencias y permisos necesarios para asegurar que el cumplimiento del objeto del Contrato se ajuste a todos los requerimientos legales. El Proponente Favorecido deberá dar

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

cumplimiento a todos los requisitos establecidos en el Contrato que se le adjudique como resultado de esta Invitación.

3.16. Financiero

La empresa cuenta con la capacidad económica para la ejecución de este proyecto.

La empresa consultora está constituida con un patrimonio nacional de \$2'000.000.000 (dos mil millones de pesos colombianos), con capacidad de endeudamiento y responsabilidad de acuerdo a los activos de la empresa.

De acuerdo a las políticas internas de la empresa, se exige al cliente, un adelanto del 50% del valor total del proyecto, a la firma del contrato y el 50% restante cuando el cliente dé el recibido a satisfacción. El adelanto es utilizado para cubrir los gastos generados durante el desarrollo del proyecto. Mientras que la otra mitad se proyecta como la utilidad neta del proyecto.

3.17. Infraestructura

Para el desarrollo del proyecto la empresa cuenta con instalaciones en la ciudad de Bogotá, que es la base para los ingenieros de la etapa de ingeniería, además de la parte administrativa de la empresa y atención al cliente, dotadas con equipos de oficina con todas las facilidades (Computador, punto de red y telefonía) licenciados en la figura de leasing y con software para el cálculo y análisis de resultados con las respectivas licencias de funcionamiento. Estas oficinas disponen de un espacio para que un funcionario del cliente pueda laborar si lo requiere.

El proyecto no contempla oficinas de funcionamiento en las instalaciones del cliente, sin embargo se tiene considerado instalaciones provisionales de alojamiento para los levantamientos en campo en las inmediaciones de la planta.

A las afueras de Bogotá, se cuenta con una bodega para el almacenamiento y prueba de equipos antes de enviarlos a campo.

4. LA INGENIERÍA BÁSICA

4.1. Diagrama en Bloques de la Solución

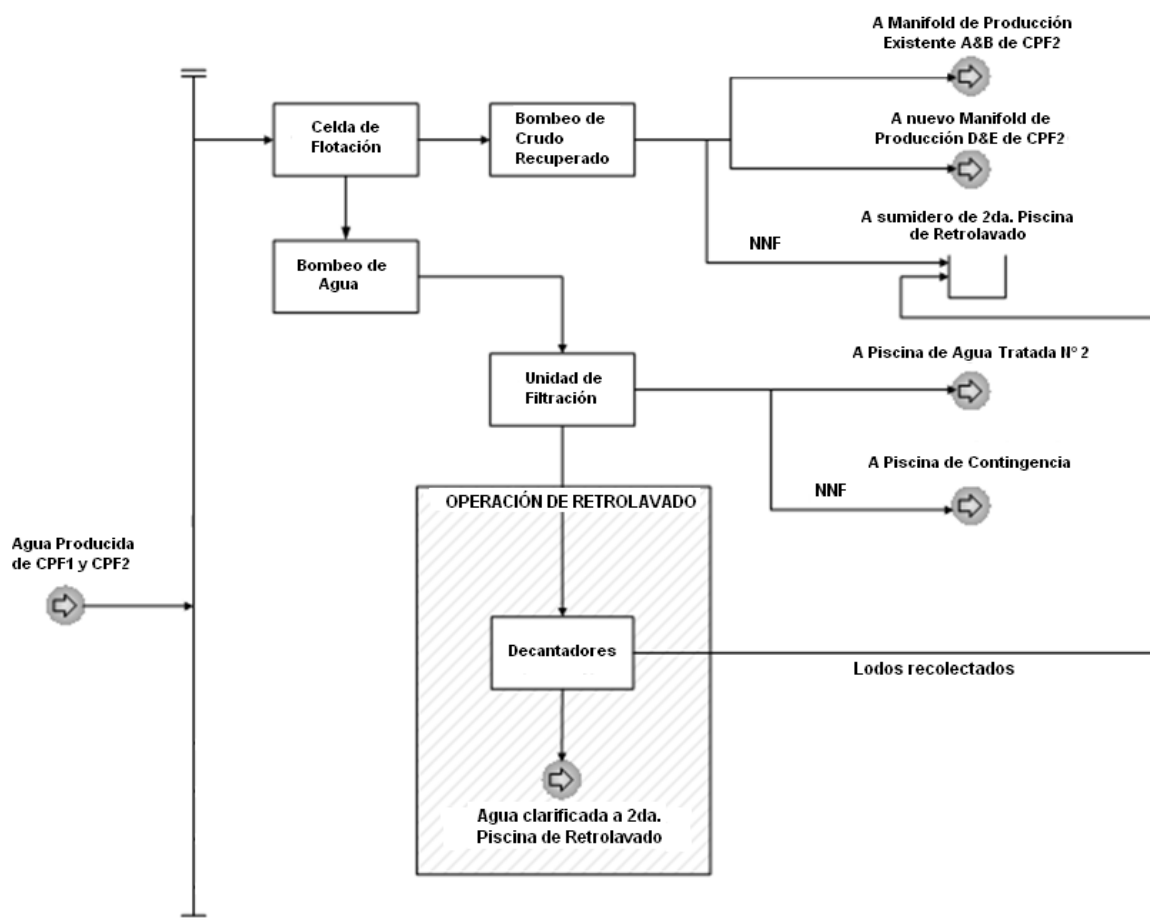


Figura 3. - Diagrama en bloques del Proyecto.

4.2. Descripción de la Solución

Con las nuevas facilidades del proyecto, el agua producida del CPF se enviará a la nueva planta de tratamiento de agua por medio de una línea de tubería de 24". También en el diseño se incluye una interconexión de 30" para tratar el agua que proviene del CPF1.

La nueva planta de tratamiento de agua estará conformada por una (1) celda de flotación con sus bombas de crudo recuperado y agua tratada respectivas, tres (3) filtros y seis (6) decantadores con sus respectivas bombas de lodos. El crudo

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

recuperado podrá ser enviado directamente a los manifolds del CPF (A&B o D&E) ó al sumidero de la segunda piscina de retrolavado y el agua filtrada será enviada a la piscina de agua tratada N°2 por medio de una tubería de 42" y a la piscina de contingencia por medio de una línea de 20" para manejar máximo 200,000 BWPD.

Debido a la operación de retrolavado de los filtros, el agua de retrolavado se enviará a los decantadores correspondientes, en los cuales se separan lodos y agua. El agua clarificada es enviada a la segunda piscina de retrolavado y los lodos al sumidero de la misma. En la *Figura 3* se muestra el esquema del proceso.

5. LA INGENIERÍA DE DETALLE

Ingeniería de detalle

5.1. Escogencia de Componentes

Los Componentes que harán parte del sistema serán los siguientes:

- Unidad de Filtración de la Planta de Tratamiento de Agua – ICCD LTDA
- Unidad de Decantación de la Planta de Tratamiento de Agua – ICCD LTDA
- Celda de Flotación de la Planta de Tratamiento de Agua – BAWER
- Paquete de Aire Comprimido – ATLAS COPCO LTDA
- Paquete de generadores - BRISTOL
- Bombas de transferencia de Crudo - FLOWSERVE
- Bombas de Agua Tratada - HIDROMAC
- Bombas de Lodos – WILDEN

5.2. Diagramas y Planos de la Solución

Ver anexo 1.

5.3. Listado de elementos

En el *anexo 2* se muestra un listado de productos de ingeniería correspondientes al diseño que constituye la solución y que serán entregados al cliente. Este listado de productos podrá ser modificado a lo largo del desarrollo del proyecto; una vez que se haya logrado la aprobación del cambio por el cliente.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Necesidad de bienes de capital

5.4. Maquinaria y Equipos

No está contemplado dentro del alcance del proyecto la construcción.

5.5. Herramientas

No está contemplado dentro del alcance del proyecto la construcción.

5.6. Vehículos

No está contemplado dentro del alcance del proyecto la construcción.

5.7. Software y Licencias

La empresa tiene actualizadas cada una de sus herramientas computacionales así como el cumplimiento de las licencias respectivas. Los equipos que se utilicen en campo se deberán alquilar teniendo en cuenta el costo adicional que genera la instalación legal de los programas de ingeniería como Autocad y Office.

<i>Ítem</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
<i>1</i>	<i>Licencia Autocad 2010</i>	<i>18</i>
<i>2</i>	<i>Licencia Windows 7 Pro</i>	<i>30</i>
<i>3</i>	<i>Licencia Acrobrat Pro</i>	<i>15</i>
<i>4</i>	<i>Licencia Ms Office Pro 2010</i>	<i>30</i>
<i>5</i>	<i>Licencia Norton Internet Security 2010</i>	<i>30</i>
<i>6</i>	<i>Licencia Windows Server 2003</i>	<i>1</i>

Tabla 3. - Software y Licencias.

5.8. Entrenamiento y/o certificaciones

Para el desarrollo del proyecto no se tiene contemplado entrenamiento para el personal de ingeniería ni administrativo. El personal de ingeniería es contratado con el perfil y capacitación previa.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9. Construcciones, muebles y enseres

La empresa cuenta con la infraestructura necesaria para acoger su personal trabajador en la ciudad de Bogotá, disponiendo de una oficina suficientemente dotada para el normal desempeño de sus funcionarios.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Mobiliario Puestos de Trabajo	90
2	Mobiliario Sala de Reuniones	2
3	Alquiler Vehículo (s) / Mes	1
4	Alquiler Equipos de Oficina (Computadores, Impresoras, Fax, Teléfonos) / Mes	90
5	Equipos de Comunicaciones Móviles/Mes	2

Tabla 4. - Muebles y Enseres.

Factibilidad técnica del proyecto

5.10. Evaluación de la factibilidad técnica del proyecto

En lo que se refiere a la factibilidad técnica del proyecto, no se prevén problemas significativos, ya que el proyecto se apega a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles. Se observa que tecnológicamente es viable utilizar las unidades de proceso existentes en la planta para la implementación de la nueva unidad de tratamiento de agua. Además, es viable económicamente, implementar la oficina de ingeniería para el desarrollo del proyecto en mención. El desarrollo de proyectos de ingenierías conceptuales, básicas y de detalle como el descrito en este documento es factible.

6. LA PROCURA (EL SUMINISTRO)

6.1. Proveedores y su Oferta

Para este proyecto se debe tener en cuenta que toda la instrumentación de campo existente en la planta son elaborados por el fabricante Endress & Hauser y por solicitud del cliente todos los equipos nuevos deben ser compatibles con esta tecnología.

6.2. Precommissioning (Pruebas en fábrica)

Todos los componentes del sistema deben ser probados y certificados en fábrica.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Todo el equipo electrónico del sistema debe ser ensamblado, potenciado y configurado para los requerimientos del trabajo y debe soportar una prueba funcional completa incluyendo un periodo de 24 horas de operación continua.

EL VENDEDOR deberá preparar e implementar el plan de control de calidad de la fabricación, con base en todos los requisitos contenidos en las especificaciones y de acuerdo con sus programas de control de calidad.

Pruebas de aceptación en fabrica (FAT): EL VENDEDOR debe probar y demostrar la integridad funcional del sistema y registrarlo en los protocolos de pruebas FAT correspondientes (desarrollados por EL VENDEDOR). Ningún material será enviado al sitio hasta completar satisfactoriamente todas las pruebas requeridas. Después de completar satisfactoriamente las pruebas, EL VENDEDOR suministrará una certificación que indique que el sistema está listo para su despacho. Esta prueba se desarrolla para verificar:

- Que el sistema y sus componentes operan adecuadamente.
- Que la fabricación, ensamble y configuración han sido hechas en su totalidad y correctamente, y que el desempeño del sistema cumple con las especificaciones requeridas.

Los protocolos procedimientos de las FAT deben ser elaborados por EL VENDEDOR y estarán bajo la aprobación de PACIFIC RUBIALES ENERGY. El objetivo de las FAT es realizar una prueba 100% funcional del sistema, como mínimo debe contemplar las siguientes actividades:

Inspección física:

- Verificación de acabados.
- Cableado marcado y ordenado.
- Pruebas de sujeción del cableado.
- Pruebas de sujeción de elementos.
- Verificación de reservas en el sistema.

Inspección eléctrica:

- Verificación de continuidad de circuitos.
- Verificación de conexiónado.
- Verificación de alimentación eléctrica dentro de los límites requeridos en este documento.
- Funcionamiento de la fuente de voltaje.
- Impedancias en el sistema de tierras.

Pruebas de funcionamiento general:

- Verificación de las configuraciones de comunicación.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Verificación de las lógicas de control programadas para modificaciones en sistemas existentes.
- Verificación de configuración de comunicaciones y bases de datos para modificación en servidores del sistema de supervisión existentes.

Los protocolos y procedimientos deben ser enviados para aprobación de PACIFIC RUBIALES ENERGY tres (3) semanas antes de la fecha programada para la realización de las pruebas, PACIFIC RUBIALES ENERGY tiene una (1) semana para aprobar el protocolo de pruebas sugerido por EL VENDEDOR.

Las pruebas serán presenciadas por PACIFIC RUBIALES ENERGY. o su representante. Durante la prueba EL VENDEDOR debe tener disponible personal calificado y equipos, herramientas e instrumentos que puedan llegar a requerirse para resolver cualquier problema que se identifique o presente durante la realización de las FAT.

PACIFIC RUBIALES ENERGY deberá tener libre acceso a las instalaciones de EL VENDEDOR de los equipos, como a la de cualquier VENDEDOR, para agilizar la aprobación de pruebas, materiales y documentación exigida para el alcance del suministro. Para este propósito EL VENDEDOR debe informar, como mínimo con 5 días de anticipación, la fecha en la cual los equipos estarán listos para llevar a cabo la inspección.

Aunque todas las subórdenes de materiales concernientes a las actividades estarán a cargo del suministrador bajo su total responsabilidad, PACIFIC RUBIALES ENERGY se reserva el derecho de estar presente cuando se crea conveniente.

6.3. Despacho

Es responsabilidad de EL VENDEDOR empacar adecuadamente los materiales del sistema y sus accesorios para protegerlos durante el transporte al sitio del proyecto, durante el almacenamiento previo a su instalación y para su manejo en el sitio de la obra.

Todas las superficies y partes internas deben ser recubiertas con un material para proteger el equipo contra la corrosión por un período de por lo mínimo seis (6) meses.

Los procedimientos estándares de preservación de EL VENDEDOR serán aceptados siempre y cuando estos provean una protección adecuada contra todas las exposiciones posibles del sistema durante su transporte, almacenamiento e instalación.

En el evento de que hubiese algún daño en el material o equipo transportado, EL VENDEDOR deberá reparar el daño y asumir todos los costos, incluyendo los de transporte, aún en el caso de que la compañía de seguros se niegue a reconocer tales costos.

Todos los embalajes que contienen material o equipo serán marcados en forma apropiada y legible incluyendo como mínimo la siguiente información:

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Nombre del cliente.
- Nombre del proyecto.
- Descripción del contenido.
- Destino.
- Número de identificación del equipo (TAG NUMBER).
- Número de la Requisición de Materiales.
- Número de la orden de compra.
- Lugar de origen.
- Fecha de embarque.
- Nombre del VENDEDOR.
- Nombre del fabricante.
- Dimensiones globales del embalaje (alto, largo, ancho).
- Peso bruto.

6.4. WBS/EDT de la procura (tareas de nivel 4)

A continuación, en la *tabla 5*, se describe la WBS de la procura:

<i>Secuencia</i>	<i>Actividad</i>	<i>Duración</i>	<i>Precedencia</i>
<i>A</i>	<i>Evaluación técnica y económica de ofertas del proveedor</i>	<i>2 Semanas</i>	<i>---</i>
<i>B</i>	<i>Generación de la orden de compra</i>	<i>1 Semana</i>	<i>A</i>
<i>C</i>	<i>Seguimiento a la compra</i>	<i>2 Semanas</i>	<i>A y B</i>
<i>D</i>	<i>Coordinación de materiales</i>	<i>2 Semanas</i>	<i>A, B y C</i>
<i>E</i>	<i>Inspección</i>	<i>1 Semana</i>	<i>A, B, C, D</i>
<i>F</i>	<i>Coordinación de tráfico y aduanas</i>	<i>1 Semana</i>	<i>A, B, C, D y E</i>

Tabla 5. - WBS/EDT de la Procura

7. LA ADECUACIÓN

7.1. Diagrama arquitectónico y localización de equipos.

Ver numeral 5.2 “Diagramas y planos de la solución”.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

7.2. Obras civiles, remodelaciones, acometidas y redes.

Una vez establecidas las áreas de trabajo por el frente de topografía se dará prioridad al inicio de las demoliciones y se hará revisión de las potenciales existencias de tuberías enterradas, luego se continuará con la construcción de los sistemas de drenaje, sistemas enterrados, y bancos de ductos para el cableado de los equipos e instrumentos.

Para dar cumplimiento con la licencia ambiental todos los materiales sobrantes de las excavaciones serán llevados hasta un Zodme debidamente autorizado para tal fin, al igual que los materiales de relleno serán adquiridos en zonas autorizadas con cercanías al proyecto u otras debidamente autorizadas.

Adicionalmente, dependiendo de las indicaciones del cliente y las fechas de llegada de los equipos se acometerán los trabajos en las fundaciones de los equipos dando prioridad a la celda de flotación, bombas, filtros y decantadores.

Con otros frentes se acometerán paralelamente las obras de las demás instalaciones, como Shelter, generadores, paquete de compresión de aire, pavimentación de vías internas, etc.

Todas las actividades descritas anteriormente, serán ejecutadas por la empresa contratista de construcción.

7.3. WBS/EDT de la adecuación (tareas de nivel 4)

Secuencia	Actividad	Duración	Precedencia
A	<i>Demoliciones de concreto y capa asfáltica necesarias para permitir la ejecución de las obras relacionadas con los nuevos equipos, líneas de tubería y bancos de ductos eléctricos y de instrumentación.</i>	4 Semanas	---
B	<i>Excavaciones necesarias para la realización de las cimentaciones, tubería y bancos de ductos según rutas establecidas.</i>	3 Semana	A
C	<i>Rellenos compactados con arena, material seleccionado o con material común de la excavación.</i>	3 Semanas	A y B
D	<i>Retiro de sobrantes y disposición de materiales y escombros.</i>	2 Semanas	A, B y C

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

E	Construcción de la cimentación de todos los equipos (Celda, Bombas, Filtros, decantadores, etc.).	3 Semana	A, B, C, D
F	Construcción de soportes para tubería.	2 Semana	A, B, C, D y E

Tabla 6. - WBS/EDT de la Adecuación.

8. EL MONTAJE

8.1. Flujograma para el montaje

El alcance del proyecto no contempla el montaje.

8.2. WBS/EDT del montaje (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el montaje.

9. EL ARRANQUE

9.1. Flujograma para el arranque

El alcance del proyecto no contempla el arranque.

9.2. WBS/EDT del arranque (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el arranque.

10. LA PUESTA EN SERVICIO

10.1. Flujograma para la puesta en servicio

El alcance del proyecto no contempla la puesta en servicio.

10.2. WBS/EDT de la puesta en servicio (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla la puesta en servicio.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

11. LA ENTREGA

11.1. Flujograma para la entrega

El alcance del proyecto no contempla la entrega.

11.2. WBS/EDT de la entrega (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla la entrega.

12. INICIO DE LA OPERACIÓN

12.1. Actividades para la garantía (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el inicio de la operación.

12.2. Actividades para el soporte (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el inicio de la operación.

12.3. Actividades para la capacitación (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el inicio de la operación.

12.4. Actividades para generar la documentación (tareas de nivel 4)

El alcance del proyecto no contempla el inicio de la operación.

13. LOS RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO

13.1. Organigrama del proyecto

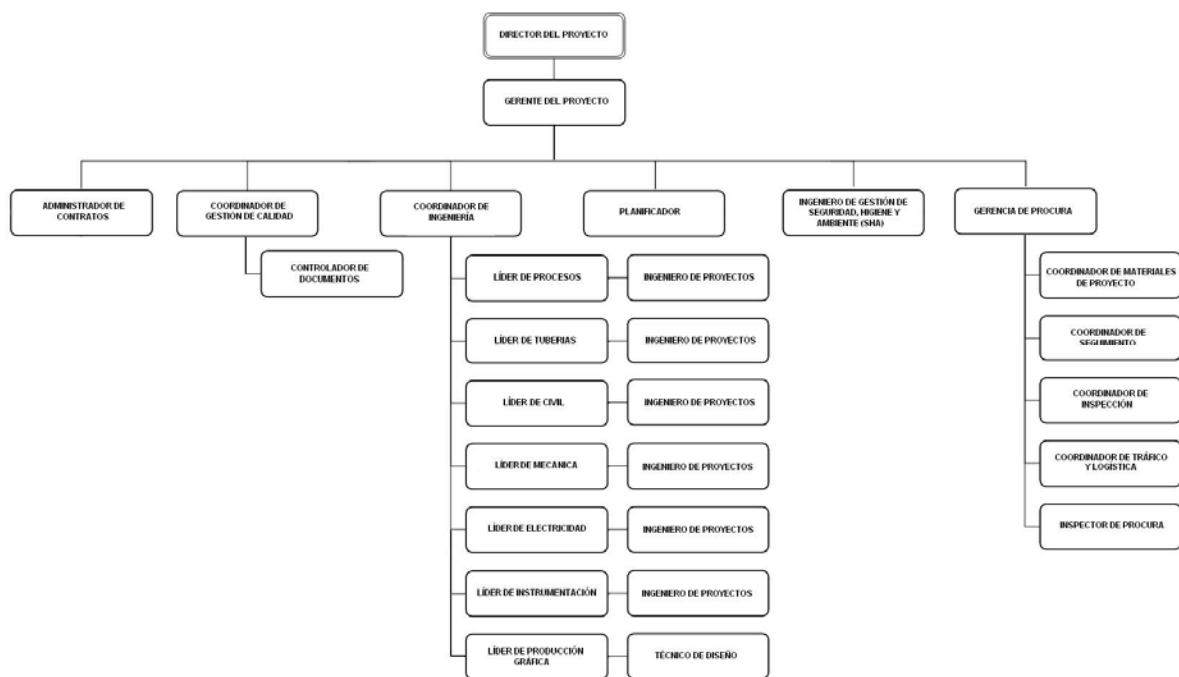


Figura 4. - Organigrama del Proyecto.

13.2. Organigrama de la estructura administrativa de la organización

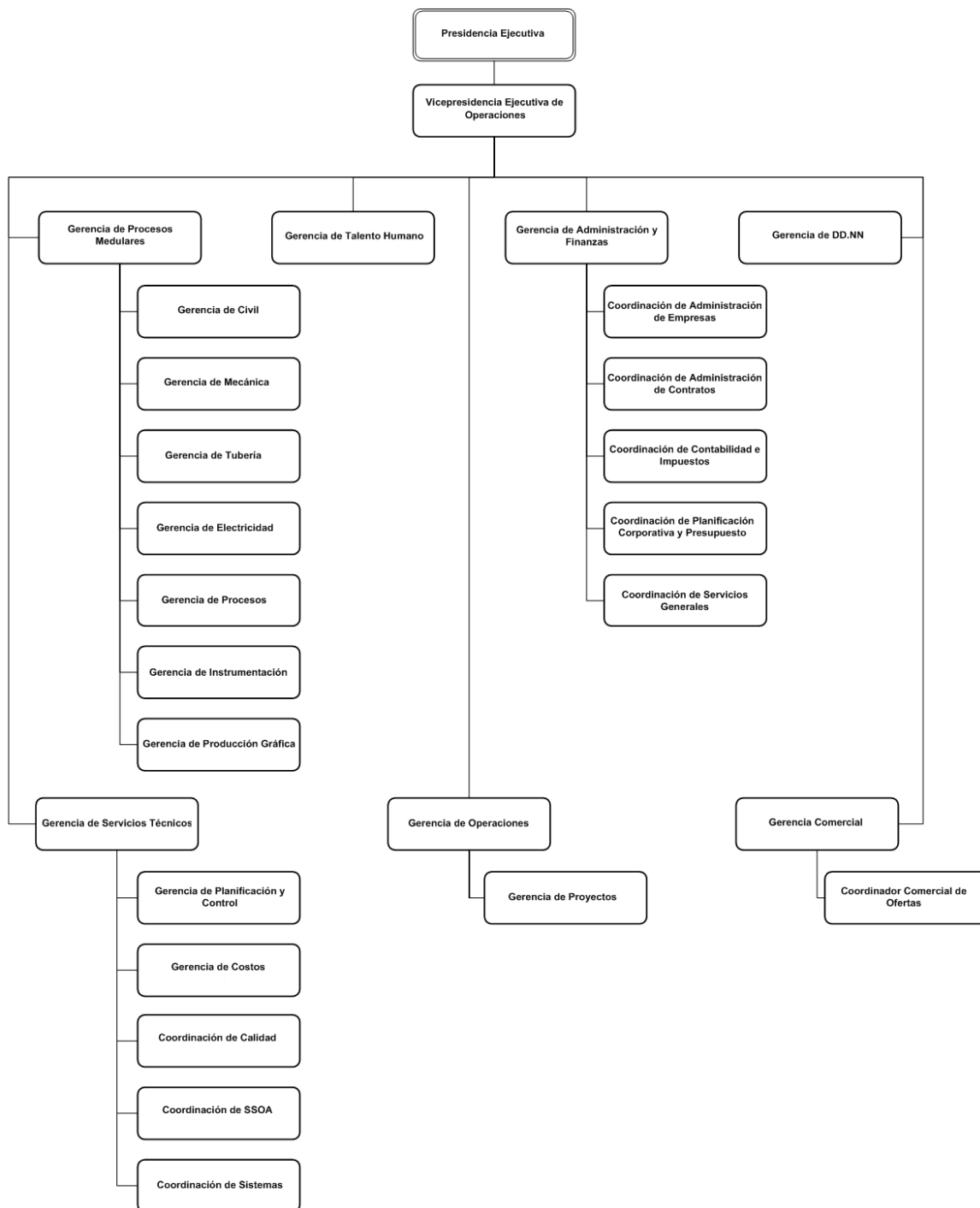


Figura 5. - Organigrama de la Estructura Administrativa de la Empresa.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

14. LOS RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO

14.1. Tablas de recursos

TAREA NIVEL 4:	Actividades de la Ingeniería Conceptual, Básica y Detalle	
Recurso	Nombre	Cantidad
<i>Responsable</i>	<i>Gerente del proyecto</i>	<i>1</i>
<i>Personal</i>	<i>Coordinador de Ingeniería</i>	<i>1</i>
	<i>Líder de disciplina</i>	<i>6</i>
	<i>Líder de producción gráfica</i>	<i>1</i>
	<i>Ingeniero de proyectos</i>	<i>12</i>
	<i>Técnico de diseño</i>	<i>6</i>
<i>Equipos (uso de activos)</i>	<i>Computadores personales</i>	<i>27</i>

Tabla 7. - Tabla de recursos para las actividades de Ingeniería.

TAREA NIVEL 4:	Actividades de la Procura	
Recurso	Nombre	Cantidad
<i>Responsable</i>	<i>Gerente del proyecto</i>	<i>1</i>
<i>Personal</i>	<i>Gerente de procura</i>	<i>1</i>
	<i>Coordinador de materiales</i>	<i>1</i>
	<i>Coordinador de seguimiento</i>	<i>1</i>
	<i>Coordinador de inspección</i>	<i>1</i>
	<i>Coordinador de tráfico y logística</i>	<i>1</i>
	<i>Inspector de procura</i>	<i>1</i>
<i>Equipos (uso de activos)</i>	<i>Computadores personales</i>	<i>7</i>
<i>Equipos (a entregar al cliente)</i>	<i>Celda de flotación</i>	<i>1</i>
	<i>Filtros</i>	<i>3</i>
	<i>decantadores</i>	<i>6</i>
	<i>Bombas de crudo</i>	<i>3</i>
	<i>Bombas de agua</i>	<i>4</i>
	<i>Bombas de lodos</i>	<i>4</i>
	<i>Paquete de Compresión</i>	<i>1</i>
	<i>Paquete de generación</i>	<i>1</i>
	<i>Gabinete de Control</i>	<i>1</i>
	<i>Válvulas de control</i>	<i>8</i>
	<i>Instrumentación (varios)</i>	<i>70</i>

Tabla 8. - Tabla de recursos para la procura.

INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF).

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

15. LOS COSTOS DEL PROYECTO

15.1. Tabla para relacionar costos y recursos

		TAREA	Actividades de la Ingeniería Conceptual, Básica y Detalle			
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (Semanas)	Costo (Semanal)	Total Costos
Costos variables directos	Responsable	Gerente del proyecto	1	20	3000000	\$ 60,000,000
	Personal	Coordinador de Ingeniería	1	20	2000000	\$ 40,000,000
		Líder de disciplina	6	20	1750000	\$ 210,000,000
		Líder de producción gráfica	1	20	1500000	\$ 30,000,000
		Ingeniero de proyectos	12	20	1125000	\$ 270,000,000
		Técnico de diseño	6	20	625000	\$ 75,000,000
Costo por uso de activos	Equipos (uso de activos)	Computadores personales	27	20	20000	\$ 10,800,000
TOTAL						\$ 695,800,000

Tabla 9. - Relación de costos y recursos para las actividades de Ingeniería.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	TAREA	Actividades de la Procura				
Concepto	Recurso	Nombre	Cantidad	Duración (Semanas)	Costo (Semanal)	Total Costos
Costos variables directos	Responsable	Gerente del proyecto	1	4	3000000	\$ 12,000,000
	Personal	Gerente de procura	1	4	2500000	\$ 10,000,000
		Coordinador de materiales	1	4	1125000	\$ 4,500,000
		Coordinador de seguimiento	1	4	1125000	\$ 4,500,000
		Coordinador de inspección	1	4	1125000	\$ 4,500,000
		Coordinador de tráfico y logística	1	4	1250000	\$ 5,000,000
		Inspector de procura	1	4	1500000	\$ 6,000,000
Costo por uso de activos	Equipos (uso de activos)	Computadores personales	7	4	75000	\$ 2,100,000
Costos fijos	Equipos (a entregar al cliente)	Celda de flotación	1	-	145000000	\$ 145,000,000
		Filtros	3	-	120000000	\$ 360,000,000
		decantadores	6	-	125000000	\$ 750,000,000
		Bombas de crudo	3	-	118000000	\$ 354,000,000
		Bombas de agua	4	-	115000000	\$ 460,000,000
		Bombas de lodos	4	-	112000000	\$ 448,000,000
		Paquete de Compresión	1	-	250000000	\$ 250,000,000
		Paquete de generación	1	-	280000000	\$ 280,000,000
		Gabinete de Control	1	-	50000000	\$ 50,000,000
		Válvulas de control	8	-	35000000	\$ 280,000,000
		Instrumentación (varios)	70	-	4000000	\$ 280,000,000
		TOTAL				

Tabla 10. - Relación de costos y recursos para la procura.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

COSTOS FIJOS

15.2. Costos de las actividades de ingeniería

ACTIVIDAD	COSTO
INGENIERÍA CONCEPTUAL	\$ 139,160,000
INGENIERÍA BÁSICA	\$ 139,160,000
INGENIERÍA DE DETALLE	\$ 417,480,000
COSTOS DE LA INGENIERÍA	\$ 695,800,000

Tabla 11. - Costos de las actividades de ingeniería

15.3. Costo de los activos que se entregarán al cliente

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
1	Celda de flotación	1	145000000	\$145,000,000.00
2	Filtros	3	120000000	\$360,000,000.00
3	decantadores	6	125000000	\$750,000,000.00
4	Bombas de crudo	3	118000000	\$354,000,000.00
5	Bombas de agua	4	115000000	\$460,000,000.00
6	Bombas de lodos	4	112000000	\$448,000,000.00
7	Paquete de Compresión	1	250000000	\$250,000,000.00
8	Paquete de generación	1	280000000	\$280,000,000.00
9	Gabinete de Control	1	50000000	\$50,000,000.00
10	Válvulas de control	8	35000000	\$280,000,000.00
11	Instrumentación (varios)	70	4000000	\$280,000,000.00
			TOTAL	\$2,517,000,000.00

Tabla 12. - Costo de los activos que se entregarán al cliente.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

15.4. Costo de los activos para la garantía y el soporte

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
1	Póliza de Garantía de cumplimiento del Contrato	1	80000000	\$80,000,000.00
2	Garantía de seriedad de la propuesta	1	70000000	\$70,000,000.00
3	Garantía Correcta Inversión de Anticipo	1	100000000	\$100,000,000.00
			TOTAL	\$150,000,000.00

Tabla 13. - Costo de los activos para garantía y el soporte.

15.5. Costo de las licencias de operación

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
1	Licencia Autocad 2010	18	\$4,800,000.00	\$86,400,000.00
2	Licencia Windows 7 Pro	30	\$400,000.00	\$12,000,000.00
3	Licencia Acrobrat Pro	15	\$1,000,000.00	\$15,000,000.00
4	Licencia Ms Office Pro 2010	30	\$360,000.00	\$10,800,000.00
5	Licencia Norton Internet Security 2010	30	\$70,000.00	\$2,100,000.00
6	Licencia Windows Server 2003	1	\$2,100,000.00	\$2,100,000.00
			TOTAL	\$128,400,000.00

Tabla 14. - Costos de las licencias de operación.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

15.6. Total de los costos fijos

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>COSTO</i>
<i>COSTO ACTIVOS A ENTREGAR AL CLIENTE</i>	<i>\$ 2,517,000,000</i>
<i>COSTO ACTIVOS PARA GARANTÍA Y SOPORTE</i>	<i>\$ 150,000,000</i>
<i>COSTO DE LICENCIAS DE OPERACIÓN</i>	<i>\$ 128,400,000</i>
<i>COSTO DE LA INGENIERÍA</i>	<i>\$ 695,800,000</i>
<i>COSTOS FIJOS</i>	<i>\$ 3,491,200,000</i>

Tabla 15. - Total de los costos fijos.

COSTOS VARIABLES DIRECTOS

15.7. Costos variables directos

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>COSTO</i>
<i>COSTO PROCURA</i>	<i>\$ 3,705,600,000</i>
<i>TOTAL DE LOS COSTOS VARIABLES DIRECTOS</i>	<i>\$ 3,705,600,000</i>

Tabla 16. - costos variables directos.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

COSTOS VARIABLES INDIRECTOS

15.8. Gastos administrativos de la empresa

Cargo	Salario Mensual	Carga Prestacional	Valor Semanal \$	Cant. Semanas	Total
<i>Presidencia ejecutiva</i>	\$30,000,000.00	\$ 1,500,000.00	\$7,875,000.00	24	\$189,000,000.00
<i>Vicepresidencia ejecutiva</i>	\$25,000,000.00	\$ 1,250,000.00	\$6,562,500.00	24	\$157,500,000.00
<i>Gerencia de talento humano</i>	\$18,000,000.00	\$ 900,000.00	\$4,725,000.00	24	\$113,400,000.00
<i>Gerencia de procesos modulares</i>	\$20,000,000.00	\$ 1,000,000.00	\$5,250,000.00	24	\$126,000,000.00
<i>Gerencia de procesos</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de tubería</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de mecánica</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de civil</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de electricidad</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de instrumentación</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de producción gráfica</i>	\$8,000,000.00	\$ 400,000.00	\$2,100,000.00	24	\$50,400,000.00
<i>Gerencia de servicios técnicos</i>	\$7,000,000.00	\$ 350,000.00	\$1,837,500.00	24	\$44,100,000.00
<i>Gerencia de planificación y control</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Gerencia de costos</i>	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
<i>Coordinación de calidad</i>	\$6,000,000.00	\$ 300,000.00	\$1,575,000.00	24	\$37,800,000.00
<i>Coordinación de SSOA</i>	\$6,000,000.00	\$ 300,000.00	\$1,575,000.00	24	\$37,800,000.00
<i>Coordinación de sistemas</i>	\$6,000,000.00	\$ 300,000.00	\$1,575,000.00	24	\$37,800,000.00
<i>Gerencia de operaciones</i>	\$18,000,000.00	\$ 900,000.00	\$4,725,000.00	24	\$113,400,000.00
<i>Gerencia de administración y finanzas</i>	\$15,000,000.00	\$750,000.00	\$3,937,500.00	24	\$94,500,000.00
<i>Coordinación de administración de empresas</i>	\$7,000,000.00	\$350,000.00	\$1,837,500.00	24	\$44,100,000.00

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Coordinación de administración de contratos	\$8,000,000.00	\$400,000.00	\$2,100,000.00	24	\$50,400,000.00
Coordinación de contabilidad e impuestos	\$7,000,000.00	\$350,000.00	\$1,837,500.00	24	\$44,100,000.00
Coordinación de planificación corporativa y presupuesto	\$8,000,000.00	\$400,000.00	\$2,100,000.00	24	\$50,400,000.00
Coordinación de servicios generales	\$7,000,000.00	\$ 350,000.00	\$1,837,500.00	24	\$44,100,000.00
Gerencia de desarrollo de negocios	\$12,000,000.00	\$ 600,000.00	\$3,150,000.00	24	\$75,600,000.00
Gerencia comercial	\$12,000,000.00	\$ 600,000.00	\$3,150,000.00	24	\$75,600,000.00
Coordinador comercial de ofertas	\$10,000,000.00	\$ 500,000.00	\$2,625,000.00	24	\$63,000,000.00
TOTAL					\$1,953,000,000.00

Tabla 17. - Gastos administrativos de la empresa

15.9. Gastos generales de la empresa

Concepto		Duración (Semanas)	Valor Semanal \$	Total
Gastos de dotación	Arrendamiento de oficina	24	\$2,000,000.00	\$48,000,000.00
	Mobiliario	24	\$1,250,000.00	\$30,000,000.00
	Mantenimiento de oficina	24	\$500,000.00	\$12,000,000.00
Gastos de servicios corporativos	Seguros y fianzas	24	\$625,000.00	\$15,000,000.00
	Costos financieros	24	\$1,250,000.00	\$30,000,000.00
	Gastos legales	24	\$875,000.00	\$21,000,000.00
	Computadoras	24	\$20,000.00	\$480,000.00
	Gastos de vehículos	24	\$1,125,000.00	\$27,000,000.00
	Intereses y cargos bancarios	24	\$625,000.00	\$15,000,000.00
	Relaciones públicas	24	\$875,000.00	\$21,000,000.00
	Gastos de viajes y comidas	24	\$750,000.00	\$18,000,000.00

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Gastos de servicios y suministros	<i>Materiales de oficina / Dibujo</i>	24	\$875,000.00	\$21,000,000.00
	<i>Servicios públicos</i>	24	\$300,000.00	\$7,200,000.00
	<i>Consumibles / Papelería</i>	24	\$625,000.00	\$15,000,000.00
	<i>Revistas / Publicaciones / Normas</i>	24	\$375,000.00	\$9,000,000.00
	<i>Correo especial (Nac. / Ext.)</i>	24	\$150,000.00	\$3,600,000.00
	<i>Teléfono / Fax / Internet</i>	24	\$175,000.00	\$4,200,000.00
	<i>Reproducción</i>	24	\$100,000.00	\$2,400,000.00
	<i>Gastos de caja chica</i>	24	\$75,000.00	\$1,800,000.00
	<i>Equipos de seguridad</i>	24	\$125,000.00	\$3,000,000.00
Gastos de desarrollo tecnológico	<i>Investigación y desarrollo</i>	24	\$500,000.00	\$12,000,000.00
	<i>Apoyo tecnológico (soporte, alquiler)</i>	24	\$375,000.00	\$9,000,000.00
			TOTAL	\$325,680,000.00

Tabla 18. - Gastos generales de la empresa

15.10. Gastos financieros de la empresa

Ver en numeral 15.9 “Gastos de servicios corporativos”.

15.11. Prorratio del overhead a cargo del proyecto

Concepto	Totales
<i>Gastos administrativos</i>	\$1,953,000,000.00
<i>Gastos de dotación</i>	\$90,000,000.00
<i>Gastos de servicios corporativos</i>	\$147,480,000.00
<i>Gastos de servicios y suministros</i>	\$67,200,000.00
<i>Gastos de desarrollo tecnológico</i>	\$21,000,000.00
Total Gastos	\$2,278,680,000.00
Proyectos Activos	1
Overhead cargado al proyecto	\$2,278,680,000.00

Tabla 19. - Prorratio del overhead a cargo del proyecto.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

16. EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO

16.1. Costo total del proyecto

<i>Concepto</i>	<i>Totales</i>
<i>Costos fijos</i>	<i>\$3,491,200,000.00</i>
<i>Costos variables directos</i>	<i>\$3,705,600,000.00</i>
<i>Costos variables indirectos</i>	<i>\$2,278,680,000.00</i>
<i>Costo total del proyecto</i>	<i>\$9,475,480,000.00</i>

Tabla 20. - Costo total del proyecto.

17. EL PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO

Los precios del mercado

17.1. Las empresas competidoras, su oferta y sus precios de venta

Las siguientes son las empresas de consultoría que desarrollan soluciones de ingeniería desde el concepto, lo básico y lo detallado, que cuentan con la experiencia, la capacidad tecnológica, logística, certificaciones y acreditaciones requeridas por el cliente para desarrollar el proyecto en mención.

Procesos y Diseños Energéticos S.A. - Mustang

Empresa Colombiana de Ingeniería perteneciente a Wood Group Mustang, con 38 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de ingeniería, compras y optimización de procesos para refinerías, plataformas offshore, oleoductos, gasoductos, estaciones de bombeo, inyección de agua, generación y distribución de energía, control, automatización y telecomunicaciones en los sectores de Oil and Gas, Petroquímica, Biocombustibles y Complejos Industriales.

La relación con Wood Group les permite contar con el soporte en conocimientos y experiencia en varios países del mundo.

La empresa brinda soluciones en:

- Ingeniería conceptual, básica, FEED y de detalle.
- Planeación y estudios de factibilidad.
- Análisis financiero de proyectos.
- Gerenciamiento de proyectos.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Asistencia técnica.
- Proyectos EPC y EPCM.
- Inspección de equipos y materiales.
- Cadena de abastecimiento en compras.
- Comisionado y arranque.

Inelectra International

Inelectra International a TigerCompany es una compañía de ingeniería y construcción especializada en los sectores energético, industrial y minero. Con más de 40 años de experiencia y más de 700 profesionales especializados, que ofrece a los clientes todo el espectro de los servicios de ingeniería, y de proyectos IPC (Ingeniería Procura y Construcción), en sus distintas modalidades de contratación.

Inelectra ha ejecutado y completado con éxito proyectos en distintas regiones a través de las operaciones y centros de ejecución en los siguientes países:

Region Norte: México, Panamá, Caribe

Región Andina: Colombia, Perú, Ecuador

Región Sur: Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay, Bolivia

Tipiel S.A.

Compañía colombiana de ingeniería y construcción, constituida en 1975 con capital nacional y extranjero, cuyos principales accionistas son: Technip, Grupo de Inversiones Suramericana e Inversiones Ascona S.A., con sede principal en Bogotá, y sucursales en Argentina y Perú con capacidad de operar en toda el área andina.

Especialistas en el diseño y construcción de facilidades y plantas para los sectores de Producción y Refinación de Petróleo, Petroquímico y Gas, Energía, Química Fina, Infraestructura, Industria, Agroindustria y Biocombustibles.

La empresa ofrece los siguientes servicios:

- Ingenierías conceptuales y estudios de factibilidad
- Ingenierías básicas y de detalle
- EPC (Ingeniería, suministro y construcción)
- Gerencia de proyectos, de construcción e interventoría
- Gestión de compras

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Generalmente este tipo de empresas equiparan el precio con el fin de realizar una competencia leal y mantener la rentabilidad del negocio. Es común que el cliente decida la adjudicación del proyecto a la empresa que cumpla con los pliegos establecidos y demuestre su capacidad operativa, basándose en la experiencia en proyectos del mismo estilo y en el personal designado para realizar las labores de ingeniería y procura.

Haciendo un barrido y comparando las empresas competidoras se pueden establecer las siguientes variaciones respecto a los precios propuestos por cada una en su oferta. La *Tabla 21* muestra la comparación respecto a la empresa que generalmente cotiza más costoso.

EMPRESA	COSTO GENERAL DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL	COSTO GENERAL DE LA INGENIERÍA BÁSICA	COSTO GENERAL DE LA INGENIERÍA DE DETALLE	PROCURA
<i>Procesos y Diseños Energéticos S.A. - Mustang</i>	<i>45% respecto a la más costosa</i>	VARIACIÓN GENERAL ENTRE UNA Y OTRA +/- 2%	<i>60% respecto a la más costosa</i>	<i>50% respecto a la más costosa</i>
<i>Inelectra International</i>	<i>35% respecto a la más costosa</i>		<i>Más costosa</i>	<i>Más costosa</i>
<i>Tipiel S.A.</i>	<i>Más costosa</i>		<i>50% respecto a la más costosa</i>	<i>70% respecto a la más costosa</i>

Tabla 21. - Análisis de precios por empresa.

17.2. La licitación y las disponibilidades presupuestales

Este punto No Aplica, ya que el cliente es una empresa privada y no del estado.

17.3. Determinación del precio del mercado

El precio del proyecto en el mercado está determinado a partir de un porcentaje de utilidad neta, respecto al costo del proyecto. Las tarifas que se manejan para la mayoría de este tipo de proyectos de Ingeniería, se obtienen a partir de la cantidad de horas (recurso humano) que se necesitan para producir o realizar el proyecto multiplicado por el valor de cada una de estas Horas - Hombre de Ingeniería, el cual se obtiene mediante el siguiente cálculo:

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

$$\text{Tarifa Horaria} = \frac{SM \times (1+L)}{196} + C \quad (\text{COP\$/HH})$$

196

SM: Salario promedio

L: Factor de beneficios asociados al sueldo

C: Costos Indirectos generados por cada trabajador

196: Valor promedio de horas de trabajo mensual

Por lo tanto el producto que competirá contra las demás empresas ofertantes, será el valor generado para cada Hora - Hombre de Ingeniería requerida para realizar el proyecto.

Tomando los precios de este producto, generado por las empresas competidoras se pueden establecer las siguientes variaciones respecto a los precios propuestos por cada una en su oferta. Ver *Tabla 22*

Concepto	Valor
Precio de Hora - Hombre de ingeniería ofertada por Procesos y Diseños Energéticos S.A. - Mustang.	10% respecto a la más costosa
Precio de Hora - Hombre de ingeniería ofertada por Inelectra International.	Más costosa
Precio de Hora - Hombre de ingeniería ofertada por Tipiel S.A.	5% respecto a la más costosa

Tabla 22. - Análisis de los precios de Horas – Hombre de ingeniería por empresa.

17.4. Evaluación económica del proyecto

El proyecto se ejecutará con un mínimo de gastos de operación y overhead (gastos administrativos, gastos generales y gastos financieros) y cifras moderadas en beneficios asociados al salario de cada trabajador, con el fin de disminuir los costos variables. Por lo tanto, el valor ofertado para la realización del proyecto es menor a los precios de mercado. Esta diferencia es importante ya que permite tomar ventaja con respecto a la competencia en la ejecución de este tipo de proyectos a un menor costo para el cliente sin disminución de la calidad del trabajo y con una utilidad racional.

La evaluación del proyecto presenta una relación Beneficio - Costo de 1.25, lo que significa que el valor actual de los beneficios es mayor que el valor actual de los costos, una tasa interna de rentabilidad de 25%, lo cual indica que esa fue la tasa máxima de interés que el proyecto pago y un valor actual neto de \$ 2.368'520.000 de pesos en utilidades, lo que indica la rentabilidad del proyecto.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Todo esto permite un margen para ofrecer descuentos ya que todavía está encima de la rentabilidad mínima.

Utilidad del proyecto

17.5. Tasa, costo de oportunidad en el mercado

Con el desarrollo del proyecto se espera obtener una rentabilidad mínima del 23% del costo total del proyecto.

Concepto	Tasa
<i>Depósitos a término CDT's</i>	4%
<i>Fondos fiduciarios</i>	7%
<i>Rentabilidades típicas (o por ley) en estos proyectos</i>	20%
<i>Rentabilidad mínima</i>	25%

Tabla 23. - Costo de oportunidad en el mercado.

17.6. Evaluación económica de la utilidad del proyecto

El proyecto es financieramente atractivo y se debe aceptar, el dinero invertido en el proyecto rinde una rentabilidad (26%) superior a la tasa de oportunidad elegida (25%). Si en el presente proyecto el cliente requiere de descuento se podría ofrecer un precio de venta mínimo con una rentabilidad de 25% generando un costo de oportunidad mayor a la tasa de interés de los prestamistas, brindando de esta manera una gran oportunidad de negocio y utilidad.

Precio de venta del proyecto

17.7. Precio de venta del proyecto

Concepto	Valor	Rentabilidad
<i>Costo del proyecto</i>	\$9,475,480,000.00	--
<i>Precio de mercado</i>	\$12,034,000,000.00	27.00%
<i>Precio de venta mínimo</i>	\$11,844,000,000.00	25.00%
<i>Precio de venta público</i>	\$11,939,000,000.00	26.00%

Tabla 24. - Precio de venta del proyecto.

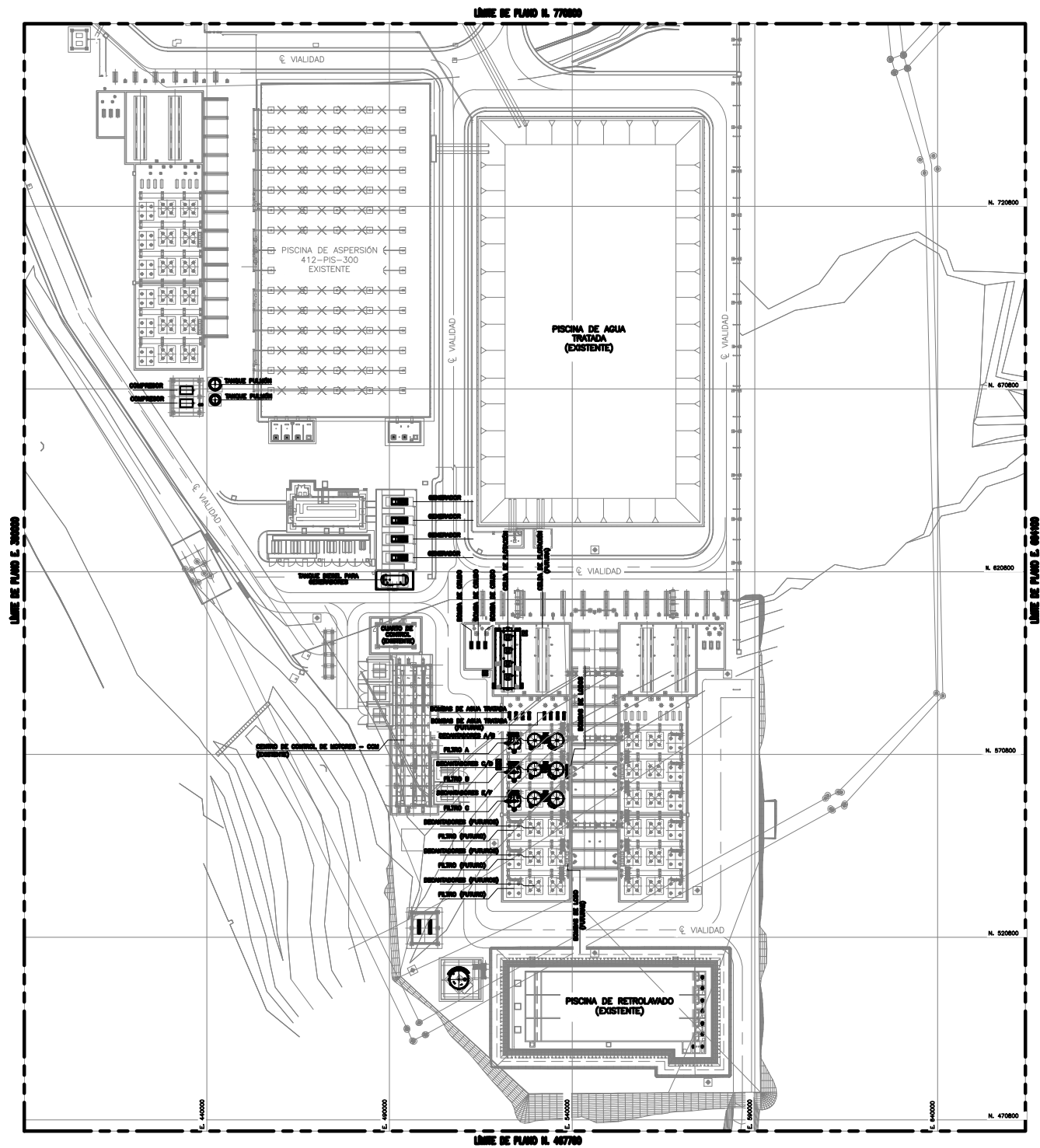
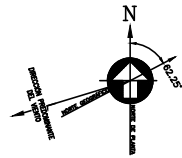
	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

17.8. Recomendación final

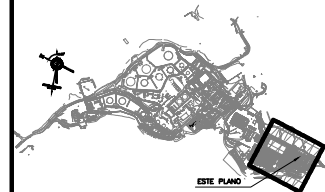
El precio de un proyecto en el mercado está determinado a partir de un porcentaje de utilidad neta, respecto al costo del proyecto. Esto se debe a que los proyectos son todos distintos unos de otros, no sólo en el concepto general, sino en los dispositivos específicos a ser utilizados, los cuales varían dependiendo de las necesidades y expectativas del cliente, así como el presupuesto que ellos manejen. Es allí donde la administración de los costos fijos y variables del proyecto son un pilar importante a la hora de determinar el costo del proyecto, puesto que realizando una reducción de ellos sin disminución de la calidad ofertada, y con una utilidad racional, se puede llegar a ofertar soluciones de costo menor respecto a la competencia.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ANEXO 1: PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS



KEY-PLAN



ESPECIFICACIONES

CONVENCIONES

N.T.L. EL 300000 NIVEL DE PISO TERMINADO

NOTAS

PLANOS DE REFERENCIA

PENDIENTES

PROYECTO: INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF)

TÍTULO: PLANO UBICACIÓN DE EQUIPOS

FECHA	FECHA	FECHA
FECHA	FECHA	FECHA

PLANO EN CONSTRUCCIÓN

PLANO EN PRE PLANO DE UBICACION DE EQUIPOS

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ANEXO 2: LISTADO DE PRODUCTOS DE LA INGENIERÍA



Listado de Productos de Ingeniería entregables al Cliente		
Item	Descripción	Cantidad
1	Disciplina de Procesos	
1.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
1.2	INFORME DE CIERRE DE ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP)	1
1.3	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
1.4	MEMORIA DE CÁLCULO EVALUACIONES HIDRÁULICAS	1
1.5	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO	1
1.6	MEMORIA DE CÁLCULO TAMBORES DE DIESEL Y LÍNEAS ASOCIADAS	1
1.7	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS SISTEMA DE DRENAJES CERRADOS - ELIMINADO	1
1.8	HOJA DE DATOS DE PROCESOS - PAQUETE AIRE COMPRIMIDO	1
1.9	HOJA DE DATOS DE PROCESOS - BOMBAS DRENAJES CERRADOS - ELIMINADO	1
1.10	HOJA DE DATOS DE PROCESOS BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO	1
1.11	HOJA DE DATOS DE PROCESOS BOMBAS DE AGUA TRATADA	1
1.12	HOJAS DE DATOS DE PROCESOS BOMBAS DE LODOS	1
1.13	HOJA DE DATOS DE PROCESOS DEL TANQUE DIESEL	1
1.14	LISTA DE PUNTOS DE INTERCONEXIONES (TIE-IN) INTERCONEXIONES PROCESOS	1
1.15	LISTA DE LÍNEAS	1
1.16	LISTA DE LÍNEAS INTERCONEXIONES PROCESOS	1
1.17	LISTA DE LÍNEAS SERVICIOS INDUSTRIALES	1
1.18	FILOSOFÍA DE OPERACIÓN	1
1.19	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	1
1.20	REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS INDUSTRIALES	1
1.21	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PAQUETE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	1
1.22	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS AIRE COMPRIMIDO	1
1.23	DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN (P&ID)	8
2	Disciplina de Civil	
2.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
2.2	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
2.3	MEMORIA DE CALCULO CIVIL RED DE AGUAS ACEITOSAS	1
2.4	MEMORIA DE CALCULO CIVIL RED DE AGUA DE LLUVIAS	1
2.5	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL	1
2.6	COMPUTOS METRICOS	1
2.7	PLANO DE UBICACIÓN DE FUNDACIONES	4
2.8	PLANIMETRÍA DE ADECUACION DE PISOS TÍPICAS	4
2.9	PLANO DE UBICACIÓN DE FUNDACIONES CORTES GENERALES	4
2.10	PLANIMETRÍA SISTEMAS ENTERRADOS	4
2.11	PLANIMETRÍA SISTEMAS ENTERRADOS SECCIONES TÍPICAS	4



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

2.12	PLANO DE UBICACIÓN DE FUNDACIONES RACK DE TUBERIA	4
2.13	PLANO DE UBICACIÓN DE SOPORTES DE TUBERÍA	4
2.14	PLANIMETRÍA LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS	4
2.15	PLANO DE UBICACIÓN DE FUNDACIONES SOPORTE DE TUBERÍA ZONA 2	4
2.16	VIALIDAD - PLANTA Y DETALLES	1
2.17	DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS.- PLANTA Y DETALLES	1
2.18	DRENAJES DE AGUAS ACEITOSAS - PLANTA Y DETALLES	1
2.19	FUNDACIÓN PLACA DE DESCARGUE TANQUE DIESEL PLANTA, CORTES Y DETALLES	1
2.20	FUNDACIÓN TRANSFORMADORES CORTES Y DETALLES	1
2.21	MUROS CORTAFUEGO CERRAMIENTO - CORTES Y DETALLES	1
2.22	FUNDACIÓN MÁSTIL DE ILUMINACIÓN DETALLES Y CANTIDADES	1
2.23	FUNDACIÓN ESTRUCTURA EDIFICIO CCM 1 Y CM2 - PLANTA Y DETALLES	1
2.24	FUNDACIÓN BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO PLANTA, CORTES Y DETALLES	1
2.25	FUNDACION BOMBAS DE LODOS	1
2.26	FUNDACION BOMBAS DE ALIMENTACION DE AGUA DE PLANTAS - PLANTAS Y DETALLES	1
2.27	FUNDACIÓN PAQUETE SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO - PLANTA Y DETALLES	1
2.28	FUNDACIÓN CASETA PAQUETE SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO - PLANTA Y DETALLES	1
2.29	FUNDACIÓN CUARTO DE CONTROL PLANTAS, DETALLES Y CANTIDADES	1
2.30	FUNDACIÓN RACK DE TUBERIA PLANTA CORTES Y DETALLES	1
2.31	FUNDACIONES SOPORTES DE TUBERIAS - PLANTA Y DETALLES	1
2.32	FUNDACION CELDAS DE FLOTACION	1
2.33	FUNDACION FLTROS	1
2.34	FUNDACION DECANTADORES	1
2.35	FUNDACION DE GENERADORES PLANTA Y DETALLES	1
2.36	FUNDACION TANQUE DIESEL PLANTA Y DETALLES	1
2.37	FUNDACION CONTAINER SWITHGEAR	1
2.38	FUNDACIÓN RACK DE TUBERIA PLANTA CORTES Y DETALLES TRAMOS 1-3	1
2.39	LOCALIZACIÓN DE FUNDACIONES MÁSTILES DE ILUMINACIÓN	1
2.40	ARQUITECTURA EDIFICIO CCM 1	1
2.41	ARQUITECTURA EDIFICIO CCM 1 - SECCIONES Y FACHADAS	1
2.42	ARQUITECTURA EDIFICIO CCM 1 - ACABADOS Y DETALLES	1
2.43	ARQUITECTURA CUARTO DE CONTROL PLANTAS SECCIONES Y FACHADAS	1
2.44	ESTRUCTURA EDIFICIO CCM 1 - PLANTA ENTREPISO	1
2.45	ESTRUCTURA DE EDIFICIO CCM 1 - ENVIGADOS Y DETALLES	1
2.46	ESTRUCTURA DE EDIFICIO CCM 1 - CORTES Y DETALLES	1
2.47	ESTRUCTURA CUARTO DE CONTROL PLANTAS, ELEVACIONES, CANTIDADES	1
2.48	ESTRUCTURA CASETA PAQUETE SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO - PLANTA Y DETALLES	1
2.49	ESTRUCTURA CUARTO DE CONTROL PLANTAS, ELEVACIONES, SECCIONES Y DETALLES	1

INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF).

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

2.50	ESTRUCTURA RACK DE TUBERIA ELEVACIONES Y DETALLES	1
2.51	ESTRUCTURA RACK DE TUBERIA CONEXIONES	1
2.52	ESTRUCTURA PLATAFORMAS – CORTES Y DETALLES	1
2.53	ESTRUCTURA RACK DE TUBERÍA PLANTA, CORTES Y DETALLES, TRAMO 1-3	1
2.54	SOPORTES DE TUBERÍA PLANTAS Y DETALLES	1
3	Disciplina de Tuberías	
3.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
3.2	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
3.3	MEMORIA DE CÁLCULO DE FLEXIBILIDAD	1
3.4	LISTA DE MATERIALES	1
3.5	REQUISICIONES DE VÁLVULAS, TUBERIA Y ACCESORIOS	1
3.6	PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS (PLOT PLAN)	1
3.7	KEY PLAN	1
3.8	PLANOS DE RUTAS DE TUBERÍA	10
3.9	ISOMÉTRICOS	120
3.10	EVALUACIÓN TECNICA DE OFERTA	1
4	Disciplina de Mecánica	
4.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
4.2	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
4.3	HOJA DE DATOS DEL PAQUETE DE TRATAMIENTO DE AGUA (PTA)	1
4.4	HOJA DE DATOS PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.5	ESPECIFICACION TECNICA PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.6	REQUISICION PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.7	HOJA DE DATOS RECIPIENTES DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.8	ESPECIFICACION TECNICA DE RECIPIENTES DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.9	REQUISICION DE RECIPIENTES DE AIRE COMPRIMIDO	1
4.10	MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	1
4.11	HOJA DE DATOS DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	1
4.12	HOJA DE DATOS UNIDAD DE FILTRACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	1
4.13	HOJA DE DATOS DECANTADORES DE PLANTA DE TRATAMIENTO	1
4.14	HOJA DE DATOS BOMBAS TRANSFERENCIA DE CRUDO	1
4.15	HOJA DE DATOS BOMBAS DE AGUA TRATADA	1
4.16	HOJA DE DATOS BOMBAS DE LODOS	1
4.17	HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES DE RESPALDO ACPM	1
4.18	REQUISICIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	1
4.19	REQUISICIÓN DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO	1
4.20	REQUISICION DE BOMBAS DE LODOS	1
4.21	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	1

INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF).

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

4.22	ESPECIFICACION TECNICA BOMBAS DE LODOS	1
4.23	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO	1
4.24	PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN CCMS Y CUARTO DE CONTROL	1
4.25	EVALUACIÓN TÉCNICA DE OFERTA	10
5	Disciplina de Electricidad	
5.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
5.2	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
5.3	LISTA DE CARGA	1
5.4	ESTUDIO DE COTOCIRCUITO	1
5.5	ARRANQUE DE MOTORES	1
5.6	ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	1
5.7	ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA	1
5.8	MEMORIA DE CÁLCULO DE ALIMENTADORES Y RAMALES	1
5.9	MEMORIA CANALIZACIONES Y CANALES PORTA CABLES	1
5.10	MEMORIA CÁLCULO DE ILUMINACION Y TOMAS CCM'S	1
5.11	MEMORIA CÁLCULO DE ILUMINACION EXTERIOR	1
5.12	MEMORIA CÁLCULO DE ILUMINACION INTERIOR CUARTO DE CONTROL	1
5.13	MEMORIA DE CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA	1
5.14	MEMORIA DE CÁLCULO DE APANTALLAMIENTO	1
5.15	MEMORIA CÁLCULO DE ILUMINACION EXTERIOR	1
5.16	LISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS	1
5.17	LISTA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	1
5.18	LISTA DE CABLEADO	1
5.19	HOJA DE DATOS CCM'S BAJA TENSIÓN	1
5.20	HOJA DE DATOS SWG 34,5kV	1
5.21	HOJA DE DATOS DE GENERADORES	1
5.22	HOJA DE DATOS DE TABLEROS	1
5.23	HOJAS DE UPS	1
5.24	HOJA DE DATOS DE BARRAS	1
5.25	HOJA DE DATOS CCM'S MEDIA TENSIÓN	1
5.26	HOJAS DE DATOS DE CONTENEDOR DE CELDAS DE MT 34,5kV	1
5.27	HOJA DE DATOS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA	1
5.28	ESPECIFICACION DE TRANSFORMADORES	1
5.29	ESPECIFICACION DE CCM'S DE MT	1
5.30	ESPECIFICACION DE UPS	1
5.31	ESPECIFICACIONES DE BARRAS	1
5.32	ESPECIFICACION DE CCM'S DE BT 480V	1

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
	ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.33	ESPECIFICACIÓN GENERADOR DE EMERGENCIA	1
5.34	ESPECIFICACIÓN CUARTO CONTENEDOR CELDAS A 34,5 kV	1
5.35	PLANIMETRÍA DE ILUMINACIÓN EN CUARTO DE CONTROL	4
5.36	ruta de canalizaciones fuerza y control	6
5.37	PLANIMETRÍA DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS CCM Y SWG	4
5.38	PLANIMETRÍA DE ILUMINACIÓN Y TOMAS CCM	4
5.39	PLANIMETRÍA DE APANTALLAMIENTO	4
5.40	TÍPICO POSTE DE APANTALLAMIENTO	1
5.41	PLANIMETRÍA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	4
5.42	PLANIMETRÍA DE PUESTA A TIERRA	4
5.43	PLANIMETRÍA DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS CCM Y SWG	4
5.44	DISEÑO PÓRTICO	4
5.45	PLANIMETRÍA DE ILUMINACIÓN Y TOMAS CCM	4
5.46	PLANIMETRÍA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	4
5.47	PLANIMETRÍA DE PUESTA A TIERRA	4
5.48	DISEÑO DE REDES	1
5.49	ruta de canalizaciones de fuerza y control media tensión	8
5.50	PLANIMETRÍA DE CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	4
5.51	TÍPICO CAJA DE HALADO ELÉCTRICAS	1
5.52	RED DE DRENAJES CAJAS DE HALADO ELÉCTRICAS	4
5.53	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	1
5.54	DIAGRAMAS TRIFILARES TABLEROS AUXILIARES Y D	13
5.55	DIAGRAMA UNIFILAR DE UPS	1
5.56	DIAGRAMA UNIFILAR CCM FASE IV	1
5.57	DIAGRAMA DE CONEXIONADO	1
5.58	DIAGRAMAS UNIFILAR DETALLADO EN BAJA TENSIÓN	1
5.59	DIAGRAMAS UNIFILAR DETALLADO EN MEDIA TENSIÓN	1
5.60	DIAGRAMA DE CONEXIONADO	20
5.61	DIAGRAMAS DE CONEXIONADO MARSHALLING ELÉCTRICA	20
5.62	DIAGRAMAS TRIFILARES TABLEROS AUXILIARES Y DC	8
5.63	DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM FASE IV DE SERVICIOS AUXILIARES	1
5.64	DIAGRAMAS TRIFILARES DE LOS TABLEROS DE SERVICIOS AUXILIARES CCM	4
5.65	DETALLES DE CORTES DE BANCOS DE DUCTOS	4
6	Disciplina de Instrumentación	
6.1	INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	1
6.2	LISTA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1
6.3	LISTA DE INSTRUMENTOS	1
6.4	LISTA DE SEÑALES	1



6.5	LISTA DE CABLES	1
6.6	ESPECIFICACIÓN SISTEMA DE CONTROL	1
6.7	TABLAS DE CONEXIONADO PANELES DE CONTROL	1
6.8	HOJAS DE DATOS DE INSTRUMENTOS DE FLUJO	1
6.9	HOJAS DE DATOS DE VÁLVULAS DE CONTROL	1
6.10	HOJAS DE DATOS DE INSTRUMENTOS DE PRESIÓN	1
6.11	HOJAS DE DATOS DE VÁLVULAS DE CORTE E INTERRUPTORES DE POSICIÓN	1
6.12	HOJAS DE DATOS DE VÁLVULAS DE ALIVIO TÉRMICO	1
6.13	HOJAS DE DATOS VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	1
6.14	HOJAS DE DATOS PARA SISTEMAS DE CONTROL	1
6.15	HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS DE NIVEL	1
6.16	MEMORIAS DE CÁLCULO	1
6.17	REQUISICIONES DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS, VALVULAS, MATERIALES, TUBING, ACCESORIOS Y CABLES	1
6.18	LISTA DE MATERIALES	1
6.19	CÓMPUTOS MÉTRICOS	1
6.20	FILOSOFÍA DE CONTROL	1
6.21	PLANOS DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS	4
6.22	PLANOS DE CANALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS	10
6.23	DIAGRAMAS DE CONEXIONADO - CAJAS DE CONEXIÓN	2
6.24	DIAGRAMAS DE BLOQUES DE CABLEADO SISTEMAS DE CONTROL	3
6.25	DIAGRAMAS DE CONEXIONADO - PANELES DE CONTROL	20
6.26	ARQUITECTURA DE CONTROL	1
6.27	DETALLES TÍPICOS DE CONEXIÓN DE INSTRUMENTOS	20
6.28	DIAGRAMAS DE LAZOS (80 HOJAS)	30
6.29	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN CUARTO DE CONTROL	1
6.30	EVALUACIÓN TÉCNICAS DE OFERTA	8