

**Propuesta para Aseguramiento y Control de Información de Ingeniería en la Herramienta  
SmartPlant. Caso de Estudio:  
Diseño del Flujo de Información para la Incorporación de Ingenierías por las Compañías  
Contratistas de Ecopetrol**

Jenny M. Chaves Garzon

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD

Escuela de Ciencias Básicas de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Bogotá, 2021

**Propuesta para Aseguramiento y Control de Información de Ingeniería en la Herramienta  
SmartPlant. Caso de Estudio:  
Diseño del Flujo de Información para la Incorporación de Ingenierías por las Compañías  
Contratistas de Ecopetrol**

Jenny M. Chaves Garzon

Trabajo de grado para optar por el Título de Ingeniera Industrial

Director de proyecto:

Claudia Yazmine Beltran Escobar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD

Escuela de Ciencias Básicas de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Bogotá, 2021

## Resumen

El Proyecto propuesto para optar para el grado de ingeniero Industrial, es un trabajo de investigación desarrollado en la vicepresidencia de Proyectos y Perforación de ECOPETROL. Esta vicepresidencia es la encargada de liderar y coordinar el diseño, instalación, operación y sostenibilidad de los procesos Desarrollo de Proyectos (EDP), Perforación y Completamiento de Pozos (WDP) para ser entregados a las áreas operativas de la compañía. Esta investigación se desarrolla mediante una metodología aplicada definida en 4 diferentes fases; levantamiento de información, Diagnóstico, especificaciones técnicas que enmarcan el proceso y finalmente el flujo de información, para la identificación y análisis de información que conllevan a resolver el problema planteado para este proyecto. El presente trabajo de investigación busca definir un flujo de información que integre los diferentes pasos para que las compañías aliadas que desarrollan ingenierías de los proyectos de superficie en ECOPETROL, puedan Incorporar la información que emiten de manera aislada desde sus propias aplicaciones, en una única herramienta especializada en gestión de información de Plantas Smart Plant, generando así grandes beneficios para la vicepresidencia de Proyectos y Perforación en la toma de decisiones operacionales y de diseño a partir de datos complejos unificados. La labor principal es el entendimiento y la estandarización de tareas que aporten a mejorar los procesos por medio de la diagramación de flujos de información, facilitando las actividades, identificando posibles desperdicios y tiempos muertos esto implica disminuciones de labores en horas hombre y beneficios económicos que contribuyen con los objetivos empresariales.

**Palabras Clave:** SmartPlant, Herramientas de ingeniería, diagramas de flujo, información de ingeniería, Ciclo vida documentación, Transformación Digital Empresarial

## Abstract

The proposed Project to opt for the degree of Industrial Engineer, is a research work developed in the ECOPETROL's Vice Presidency of Projects and Drilling. This vice-presidency leads and coordinates the design, installation, operation and sustainability of the Project Development, Drilling and Well Completion processes to be delivered to the company's operational areas. This research is based on an agile methodology carried out in 4 different phases; information gathering, current diagnosis, technical specifications and the flow of information that integrates and explains the different steps so that engineering companies can incorporate the information they emit in isolation from their own applications, in the SmartPlant tool, thus generating great benefits in making operational and design decisions from complex unified data. The main task is the understanding and standardization of tasks that contribute to improving processes through diagramming information flows, which facilitate activities, identifying possible waste and downtime, this implies reductions in man-hour work and economic benefits that contribute to business objectives.

**Keywords:** SmartPlant, tools for engineering processes, information flow, engineering information, business digital transformation.

## Tabla de Contenido

RESUMEN .....	3
ABSTRACT.....	4
TABLA DE CONTENIDO.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABLAS .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
JUSTIFICACIÓN .....	13
OBJETIVOS .....	16
OBJETIVO GENERAL .....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
RESUMEN DE CONTENIDO.....	17
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	18
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN POR LAS COMPAÑÍAS CONTRATISTAS .....	19
INTRODUCCIÓN GENERAL AL PROCESO ECOPETROL DESARROLLO DE PROYECTOS.....	19
CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE INGENIERÍA.....	21
<i>Disciplina Proceso:</i> .....	22
<i>Disciplina Civil:</i> .....	23

	6
<i>Disciplina Eléctrica:</i> .....	24
<i>Instrumentos y Control:</i> .....	24
<i>Tubería y Mecánica:</i> .....	25
ASEGURAMIENTO DE INFORMACIÓN DE INGENIERÍA.....	27
DIAGNÓSTICO DE PROCESOS Y RUTINAS ACTUALES PARA EL RECIBO EN INFORMACIÓN POR COMPAÑÍAS ALIADAS .....	31
<i>Problema</i> .....	31
<i>Actores</i> .....	31
<i>Causa</i> .....	31
<i>Efecto</i> .....	31
<i>Descripción</i> .....	32
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INGENIERÍA.....	35
CONSISTENCIA DE DATOS.....	35
ESTANDARIZACIÓN DE TAXONOMÍA.....	36
DEFINICIÓN DE META DATA.....	36
PESO DE DOCUMENTOS Y BASES DE DATOS.....	36
INFORMACIÓN 2D Y 3D.....	36
CARGA MASIVA.....	36
NORMATIVA Y ESTÁNDARES DE INGENIERÍA.....	36
DISEÑO DEL FLUJO DE INFORMACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE INGENIERÍAS DESDE LAS COMPAÑÍAS ALIADA PARA ECOPETROL SOBRE LA HERRAMIENTA SMARTPLANT .....	38
<i>Definiciones:</i> .....	38
<i>Diagramas de Flujo:</i> .....	42

	7
FASE 1 CARACTERIZACIÓN DE PROYECTO: .....	44
<i>Elementos del proceso</i> .....	44
FASE 2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA: .....	47
<i>Elementos del proceso</i> .....	48
FASE 3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO: .....	52
<i>Elementos del proceso</i> .....	53
FASE 4 EJECUCIÓN DEL PROYECTO: .....	58
<i>Elementos del proceso</i> .....	59
FASE 5 CIERRE DE PROYECTO: .....	63
CONCLUSIONES .....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXO 1.....	67
MANUAL PRÁCTICO DE INTERCAMBIO Y USO DE INFORMACIÓN DE INGENIERIA CON LAS COMPAÑÍAS ALIADAS .....	67
<i>Objetivo</i> .....	67
<i>Entrega de Información de Ingeniería en Smart Plant</i> .....	67
<i>Información 3D y Semilla de Ingeniería</i> .....	68
<i>Información 2D</i> .....	69

### Lista de figuras

Figura 1. Estructura y Visión Global del Proceso EDP .....	20
Figura 2. Clasificación de proyectos de acuerdo con el EDP .....	21
Figura 3. Flujo de Información de Ingeniería. ....	27
Figura 4. Rutinas de Ejecución Consultadas en Ingeniería.....	32
Figura 5 Resultado de la Consulta de Rutinas .....	33
Figura 6. Flujo de Aprobación de Contenido de Documentos Entregados.....	39
Figura 7. Flujo de Revisión Documental de Completitud .....	40
Figura 8. Diagrama de Flujo Proceso de Caracterización de Proyectos .....	44
Figura 9. Diagrama de Flujo Proceso de Selección de Alternativa .....	48
Figura 10. Diagrama de Flujo Proceso de Definición de Proyecto.....	53
Figura 11. Diagrama de Flujo Proceso de Ejecución de Proyecto.....	59

### Lista de tablas

Tabla 1. Listado de Referencia de Entregables de Ingeniería.....	26
Tabla 2. Transmittal Entregado por Correo Electrónico.....	28
Tabla 3. Listado Maestro para Entrega de Documentos .....	30
Tabla 4. Símbolos Utilizados para Diagramar Flujos.....	43
Tabla 5. Lista de documentos de Ingeniería BluePrint.....	68

## Introducción

Las grandes compañías siempre están en búsqueda de estandarizar sus procesos con el fin de optimizar tiempos y recursos, para esto están en constante búsqueda de novedades que apalanquen la mejora continua, entre las más conocidas están la tecnología y los sistemas de información. Para que los procesos las personas y la tecnología estén alineados es necesario apropiarse los conocimientos a través de la comunicación, la mejor forma es a través del diseño de diagramas de flujo que representan gráficamente los pasos que se deben realizar para un procedimiento.

Ecopetrol es la empresa más grande de Colombia, por eso está en constante evolución e incorporación de tecnología para robustecer sus procesos y generar beneficios que contribuyan a las metas organizacionales. Dentro de la nueva tecnología se incorporó Smart Plant, una herramienta especializada en el diseño y manejo de información de plantas en 2D y 3D, que facilitan el ciclo de vida de los proyectos en las áreas técnicas conformadas por Ingeniería, materiales, construcción y comisionamiento.

Teniendo en cuenta la información anterior, la Gerencia de Ingeniería es el mayor proveedor de información para el desarrollo de los proyectos de superficie y para esto la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación de ECOPETROL contrata compañías expertas en estudios y diseños en ingeniería a las que se les denomina aliadas, estas compañías son las responsables de hacer entrega de los documentos, bases de datos y soportes que respaldan el diseño que dará viabilidad al proyecto y estos soportes deben integrarse a la herramienta Smart Plant creando así, un repositorio centralizado de información trabajo y consulta.

El producto del desarrollo de este trabajo de investigación es el diseño de un flujograma integrado que permita la estandarización del proceso de entrega de la información que desarrollan las compañías aliadas para ser incorporada en la nueva herramienta tecnológica adquirida por ECOPETROL entendiendo todo lo que esto implica, conexiones a plataformas, validación de usuarios, licencias, traspaso de información, cantidades, tamaños, tipologías etc.

## Planteamiento del problema

Actualmente en la vicepresidencia de Proyectos y perforación – EPP las compañías de ingeniería (aliadas) son las encargadas de presentar los diseños de los proyectos en cada una de sus etapas (Ingeniería Conceptual, básica, Feed y detallada) definidas por el proceso de EDP-Ecopetrol desarrollo de Proyectos, las empresas aliadas por su parte trabajan con herramientas y/o aplicaciones propias, que no están integradas o conectadas a los sistemas de ECOPETROL, el resultado de los diseños de Ingeniería se entrega y factura por medio de soportes o documentos denominados entregables que pueden estar en dos medios diferentes, uno físico (papel impreso, AZ y cajas) y uno electrónico, este último se carga a través de una plataforma en nube llamada SharePoint, a la que los aliados se conectan por medio de un usuario y contraseña que le son habilitados, una vez en la plataforma se encuentran con una estructura de carpetas en las que deben incluir los archivos, uno en formato editable o nativo y otro en formato PDF, esta información se relaciona en un archivo Excel para formar una base de datos identificando el nombre, la versión del documento y otros datos que cada compañía adiciona con el fin de hacer búsquedas y ubicar los documentos.

Una vez entregados estos documentos por la compañía de Ingeniería en la plataforma Sharepoint y en medio físico, requieren una revisión de formatos adecuados, calidad, versión y legibilidad del archivo para su consulta posterior, el proceso de validación de consistencia de datos para los entregables es manual y muy laborioso, lo que consume mucho esfuerzo y horas hombre en un proyecto, esto genera un resultado de validaciones por muestreo y en ocasiones la ausencia de cualquier validación sobre los datos. Las inconsistencias de datos y documentos traen impactos importantes para el desarrollo de la etapa y para las etapas posteriores del proyecto, inclusive durante la operación de la planta.

A la fecha Ecopetrol ha incorporado la herramienta Smart Plant para la mejora del proceso y ha diseñado todo un proyecto de desarrollo y apropiación que incluye elaborar flujos de trabajo que faciliten los análisis y automatización de tareas especializadas de gestión y control para acelerar el proceso de desarrollo de los proyectos, optimizando sus eficiencias y costos, mejorando la productividad, para lograr integrar la información a lo largo del proceso e impactar las áreas o disciplinas técnicas con la mejora en calidad, oportunidad, optimización de tiempos y esfuerzos operativos.

Una vez establecida la problemática actual que surge por falta de estandarización de procesos, flujos de información e inclusión de tecnología para el desarrollo y adecuada entrega de ingeniería para la continuidad de los procesos técnicos, se delimita el alcance de este proyecto para resolver la problemática ¿Cuál es el paso a paso a seguir por las compañías aliadas de Ecopetrol, que permita hacer entrega e integración de información en la herramienta Smart Plant, de manera que este proceso contribuya con la estandarización de los proyectos de la vicepresidencia de Perforación y proyectos?

## Justificación

Actualmente en Ecopetrol, la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación (EPP) tanto como Operación y Mantenimiento se enfrentan a la difícil tarea de gestionar grandes cantidades de información de ingeniería (datos y documentos) y otras disciplinas de proyectos, que describen un activo físico en constante cambio. Ingeniería es la disciplina encargada de gestionar toda la información que describe completamente la configuración y operación de los activos de las plantas físicas. Esta información se encuentra de diferentes formas como; dibujos 2D, modelos 3D, documentos, nubes de puntos, hojas de datos, listas, reportes, entre otros, tener toda esta información disponible en cualquier momento para todos los que la necesitan requiere un sistema que gestione la recolección, administración y distribución de la información. Este sistema no está compuesto de software por sí solo, se requiere la combinación de organización, normas, procesos definidos, tecnología de apoyo y personal capacitado apropiadamente. Debido al alto volumen de información y su complejidad estos deben ser administrados en una planta moderna, la aplicación de la gestión tecnológica de la información debe ser una parte de la estrategia.

La solución ideal mantendría un repositorio centralizado y totalmente integrado con información confiable y de fácil acceso durante el ciclo de vida de los activos y de los proyectos, dado lo anterior los requerimientos que serán objeto de análisis en este proyecto deben ser aplicados a los sistemas de Ingeniería de Ecopetrol, con el fin de facilitar el uso, además de garantizar el seguimiento de las reglas de negocio, mejorar el control de calidad, avance de la ingeniería, contribuir con la estandarización en los proyectos de la vicepresidencia mediante la diagramación del flujo integrado de información a las compañías aliadas de Ecopetrol, la

integración estandarización y digitalización de flujos y actividades en la plataforma especializada SmartPlant.

La gestión de operaciones es uno de los perfiles que caracterizan al ingeniero Industrial en el desempeño y planeación de programas y proyectos que permitan a la organización el logro de un objetivo o meta establecida, durante el desarrollo de este trabajo se aplican entre otros conocimientos la simulación de procesos, al poder ejecutar un flujo diseñado para que las compañías de Ingeniería puedan integrar fácilmente la información con las herramientas tecnológicas de Ecopetrol, la adopción de tecnología de punta requiere levantamiento de procesos e incorporación de algunas actividades que faciliten su uso y optimicen procesos actuales desarrollados de forma manual, esto conlleva a estandarizar los métodos de trabajo creados metódicamente para que las operaciones se puedan desarrollar de forma eficiente y segura, mejorando los índices de productividad en este caso puntual para la vicepresidencia de Proyectos y perforación en Ecopetrol.

Para resolver el problema que actualmente enfrenta la Vicepresidencia de Proyectos y perforación es necesario profundizar en la Gestión de proyectos e Ingeniería, en el transcurso de avance del proyecto se debe identificar detalladamente el problema con el proceso actual, seguido de revisión de los estándares de industria que aplican a la ingeniería se definen especificaciones técnicas para estandarizar el manejo de datos y documentos con las compañías de ingeniería, finalmente se modela el flujo integrado para el manejo de información.

Al elaborar este proyecto pongo en práctica los conocimientos adquiridos en los diferentes cursos desarrollados en la UNAD en el programa ingeniería Industrial en diferentes áreas como son; Gestión estratégica y de proyectos, análisis de información, Diseño de trabajo,

métricas e indicadores de gestión, procesos de ingeniería aplicada de la industria Oil & Gas, generación de conocimiento y apropiación de herramientas adoptadas para mejora continua, trabajos con intervención de más de 800 personas (Gestión de operaciones) que ejecutan trabajos simultáneos para conseguir un mismo objetivo (Gestión de calidad), de acuerdo con esto el proyecto es adecuado para optar por el título de Ingeniera Industrial.

## Objetivos

### Objetivo General

Proponer el flujo integrado de incorporación de la información de ingeniería en la herramienta SmartPlant para las empresas contratistas de ingeniería, que contribuya con el aseguramiento y control de información de la vicepresidencia de Proyectos y Perforación de Ecopetrol.

### Objetivos Específicos

- Describir el proceso de entrega de información que realizan actualmente las compañías de ingeniería, con el fin de conocer el detalle operativo.
- Identificar requerimientos y estándares de industria e internos de Ecopetrol basados en aseguramiento y control de información para proyectos de ingeniería.
- Proponer especificaciones técnicas para la estandarización de entrega de documentos y datos en proyectos actuales y futuros en la vicepresidencia de Proyectos y Perforación de Ecopetrol.
- Describir mediante un diagrama de flujo el proceso de ingeniería, identificando la generación de documentos, datos y el repositorio de estos.

## Resumen de contenido

El presente documento está constituido en 4 secciones principales, presentadas de la siguiente forma; la primera sección, presenta la forma actual en que la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación de Ecopetrol, gestiona la información generada por sus contratistas de ingeniería, para que el proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos cumpla el ciclo de vida de sus proyectos, de los cuales la información es soporte fundamental. En la segunda sección, se describe el diagnóstico una vez realizado el levantamiento de información y el entendimiento del funcionamiento de los procesos internos en ingeniería para la entrega de información por parte de los aliados o contratistas, también se desarrolla un cuestionario de rutinas, que permite identificar los principales puntos de atención para tener en cuenta en el diseño del nuevo proceso. La tercera sección se basa en los requerimientos y la normativa existente que aplica en el desarrollo del presente proyecto y, por último, describe los pasos para la entrega de información de las compañías contratistas o aliadas a través de la herramienta Smart Plant.

## **Metodología de Investigación**

El desarrollo del presente trabajo de investigación se basa en el tipo de investigación aplicada, que presenta una problemática específica en la vicepresidencia de Proyectos y Perforación de la Empresa Ecopetrol, uno de los procesos internos de intercambio de información con contratistas, se identifica la necesidad de mejorar la entrega de información de ingeniería que producen las empresas aliadas para obtenerla en el menor tiempo, con la mejor calidad, integridad, versionamiento e idoneidad de los diseños por cada etapa de ingeniería.

Se toma como línea base de la investigación, la descripción del desarrollo actual del proceso de entrega de información de los contratistas de ingeniería a Ecopetrol, describiendo los sistemas y formas utilizadas para esta labor e identificando las debilidades y la problemática presentada con ese proceso, también se identifican las buenas prácticas que deben mantenerse y/o mejorarse en los nuevos planteamientos evolutivos.

Una vez presentando el diagnóstico, se puede identificar claramente las acciones que se deben realizar para obtener los aprendizajes que mejoran el proceso de entrega e intercambio de información a través de las herramientas adquiridas por Ecopetrol, para maximizar los beneficios requeridos por el área de ingeniería y por la compañía en general.

La sistematización de este proceso permite estandarizar el modelo de entrega e intercambio de información con los contratistas, las áreas involucradas y contribuye con el mejoramiento continuo de calidad y prácticas internas, a través de la implementación de tecnología de la información, para evolucionar por medio de implementación de estrategias de conocimiento implícito que el personal de ECOPETROL y sus contratistas o aliados han adquirido durante muchos años y aprendizajes por medio de la experiencia.

## **Descripción del Proceso Actual de Entrega de Información por las Compañías Contratistas**

A continuación, se realiza la descripción del proceso macro de la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación que contiene a su vez el desarrollo de las ingenierías y estas son las encargadas de la gestión para la entrega y aseguramiento de documentación. Esta información se ha obtenido mediante, levantamiento de información en entrevistas con los actores del proceso, revisión de guías y procedimientos asociados al objeto del estudio y también mediante talleres de conocimiento del proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos, para determinar la operatividad actual.

### **Introducción General al Proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos**

La vicepresidencia de Proyectos y Exploración – EPP de Ecopetrol se rige por el proceso EDP – Ecopetrol Desarrollo de Proyectos en su versión más actual.

El proceso de Ecopetrol Desarrollo de Proyectos (“EDP”) provee una metodología y un marco general para la gestión de proyectos en Ecopetrol. Este libro describe el EDP diseñado para asegurar que todos los partícipes de un proyecto tengan un claro entendimiento de qué, cómo y cuándo deben actuar y qué resultado esperar. El EDP permite Maximizar el valor de proyectos a través de su enfoque en la estandarización de la planeación, ejecución y cierre de los mismos. Es un soporte fundamental para la adecuada toma de decisiones de inversión. Debido a su importancia, su utilización es obligatoria y se debe asegurar rigor y consistencia en su implementación. (Ecopetrol, 2020).

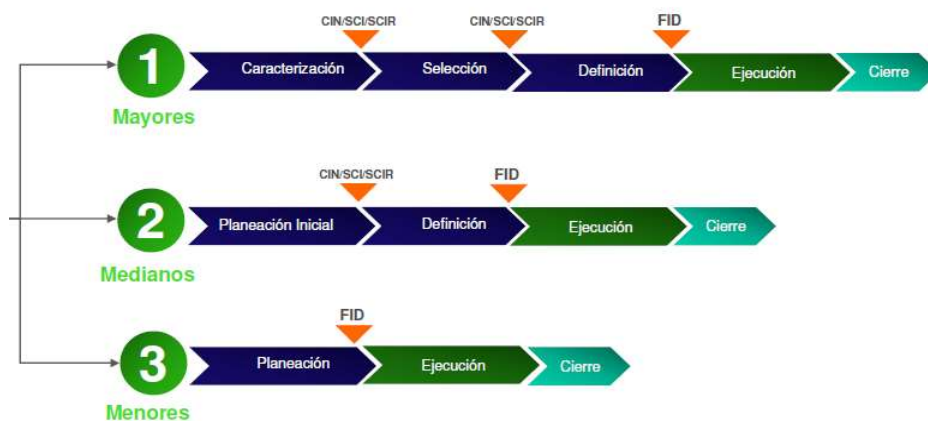
**Figura 1.***Estructura y Visión Global del Proceso EDP*

*Nota.* Reproducida de visión global del proceso EDP, Libro de proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos, versión 3.0, 2020.

De acuerdo con la figura 1. Estructura y visión global del Proceso EDP, los proyectos desarrollados por la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación de Ecopetrol deben seguir cada una de las fases definidas por el proceso EDP en su estricto orden (Caracterización, selección de la alternativa, definición, ejecución y cierre del proyecto), el libro también hace una diferenciación en los tipos de proyectos de acuerdo con su complejidad, magnitud, riesgos y costos, esta es llamada clasificación de proyectos, ver figura 2. Clasificación de proyectos de acuerdo con el EDP. Según se haya clasificado el proyecto en su inicio (Mayor, mediano o menor), se definen las actividades a realizar en cada fase y de estas se generan los soportes o documentos entregables, esto es importante para la entrega de información, una vez se socializa con la compañía contratista que hará parte del desarrollo de ingeniería para el proyecto para que elabore su plan de trabajo y determine lista de documentación que hará parte del proyecto.

## Figura 2.

*Clasificación de proyectos de acuerdo con el EDP*



*Nota.* La figura representa la clasificación o categoría del proyecto, 1 proyecto mayor, 2. Proyecto mediano, 3 proyecto menor, de acuerdo con su magnitud y las fases que debe recorrer durante el ciclo de este. Tomada de visión global del proceso EDP, Libro de proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos, versión 3.0, 2020.

## Clasificación de Información de Ingeniería

En la vicepresidencia de Producción y proyectos de Ecopetrol, la gerencia de ingeniería sigue el Ecopetrol Desarrollo de proyectos EDP, este indica que durante las fases del proyecto existe una actividad para emitir la ingeniería que aplique de acuerdo con el desarrollo del proyecto. Los diferentes tipos de Ingeniería son diseñados por compañías contratistas o aliadas, a quienes se les presenta el alcance del proyecto con las especificaciones técnicas.

Las ingenierías se tipifican de la siguiente forma, según la fase del proyecto en la que se emiten;

- Ingeniería Pre Conceptual o visualización (Fase 1)
- Ingeniería Conceptual o estudio Técnico (Fase 2)
- Ingeniería Básica o Feed (Fase 3)
- Ingeniería de detalle o lista para construir (Fase 4)

En la vicepresidencia de Proyectos y Perforación de ECOPETROL, la Gerencia de Ingeniería está organizada internamente por especialidades o disciplinas, cada una de estas disciplinas ha generado un listado típico de referencia con la documentación o entregables necesarios de acuerdo con el proyecto en desarrollo, dependiendo el tipo de ingeniería que se va a emitir y la categoría en la que se clasificó el proyecto, con este listado se le notifica a la compañía contratista o aliada la documentación base a emitir que soporta el alcance de la orden de servicio que le ha sido asignada.

A continuación, la descripción de las disciplinas con los tipos documentales definidos para su emisión:

***Disciplina Proceso:***

Es la rama de la ingeniería encargada de estudiar los procesos involucrados dentro de la industria petrolera, tales como: exploración, perforación, producción, transporte, refinación, comercialización de petróleo y gas. Así como del almacenamiento de los derivados de este hidrocarburo y las negociaciones. A la vez, se ocupa de evaluar las mejores técnicas para descubrir y procesar los hidrocarburos, de manera que se obtengan los productos derivados o finales; gas o petróleo. (Mextudia)

Los tipos documentales definidos como entregables de ingeniería para esta disciplina son:

- Listados
- Cálculo y diseño / Requisición de Materiales
- Planos y Dibujos
- Estudios e Informes
- Otros Entregables

***Disciplina Civil:***

Esta disciplina se enfoca en obras de infraestructura habitacional, urbana, de comunicaciones y sistemas de riego, así como en la generación hidroeléctrica, el comportamiento hidrodinámico y estructural de sistemas flotantes de producción, análisis y diseño de ductos flexibles, cimentaciones para sistemas flotantes y sistemas submarinos, además de la generación de normas basadas en riesgo y confiabilidad para el diseño y evaluación de sistemas de producción.

Los tipos documentales definidos como entregables de ingeniería para esta disciplina son:

- Cálculo y diseño / Requisición de Materiales
- Planos y Dibujos
- Estudios e Informes
- Otros Entregables

***Disciplina Eléctrica:***

Disciplina encargada de “diseñar sistemas eléctricos de potencia y tecnologías que usan energía eléctrica y a su vez la ingeniería eléctrica es el campo de la ingeniería que se ocupa del estudio y la aplicación de la electricidad, la electrónica y el electromagnetismo”. (Emagister, 2017)

Los tipos documentales definidos como entregables de ingeniería para esta disciplina son:

- Listados
- Cálculo y diseño / Requisición de Materiales
- Planos y Dibujos
- Estudios e Informes
- Otros Entregables

***Instrumentos y Control:***

Su principal aplicación y propósito es el análisis, diseño y automatización de procesos de manufactura de la mayor parte de las áreas industriales: petróleo y gas, generación de energía eléctrica, textil, alimentaria, automovilística etc. (Wikipedia, 2021)

Los tipos documentales definidos como entregables de ingeniería para esta disciplina son:

- Listados
- Cálculo y diseño / Requisición de Materiales

- Planos y Dibujos
- Estudios e Informes
- Otros Entregables

### ***Tubería y Mecánica:***

La tubería un conjunto de operaciones que parten de tubos individuales para dar lugar a una tubería instalada de calidad y en funcionamiento. Lo que se conoce como proceso de Piping se puede llevar a cabo tanto en talleres como en campo, tanto de forma manual como automatizada. (Bairestron, 2019)

La mecánica de fluidos es la rama de la mecánica de medios continuos (que a su vez es una rama de la física) que estudia el movimiento de los fluidos (gases y líquidos) así como las fuerzas que los provocan. (Islas, 2009)

Esta disciplina se subdivide en otras especialidades:

- Mecánica Estática
- Mecánica Rotativa
- Mecánica Tubería
- Contra Incendio
- Otros Entregables

La información de entregables por cada disciplina está basada en el documento ECP-VIN-P-GEN-FT-025 listado de referencia de entregables de ingeniería conceptual, básica y detallada de ECOPETROL, que hace parte de la documentación normativa, y está vigente para la fecha del presente levantamiento de información. En la Tabla 1, podemos ver algunos detalles.

**Tabla 1.**

*Listado de Referencia de Entregables de Ingeniería*

LISTADO DE REFERENCIA DE ENTREGABLES DE INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA Y DETALLADA						
VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES						
		CÓDIGO CNE ECP-VIN-G-GEN-FT-025	Elaborado 30/09/2014	Versión: 1		
INGENIERÍA: _____ CONTRATISTA _____						
				<b>TIPO DE REQUERIMIENTO:</b> <input type="checkbox"/> Ingeniería Conceptual <input type="checkbox"/> Ingeniería Básica <input type="checkbox"/> Ingeniería Detallada	<a href="#">Volver al índice</a>	
ÍTEM	ENTREGABLE	OBSERVACIONES	CONCEPTUAL	BÁSICA	DETALLADA	ENTREGABLE SOLICITADO
2	PROCESO					
2.1	LISTADOS					
2.1.1	Listados de Líneas de Proceso	1. Aplica según el tipo de proyecto. 2. Incluye líneas de desmantelamiento. 3. Aplicar ECP-VST-P-PRO-FT-002 Listado de Líneas	✓	✓ Actualización	✓ Actualización	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Listado de Puntos de Interconexión Tie-In	1. Aplica según el tipo de proyecto. 2. Aplicar ECP-VST-P-PRO-FT-003 Listado de Tie-In's	✓	✓ Actualización	✓ Actualización	<input type="checkbox"/>
2.1.3	Listado de Equipos	1. Aplica según el tipo de proyecto. 2. Incluye Equipos a desmantelar 3. Aplicar ECP-VST-P-PRO-FT-006 Listado de Equipos	✓	✓ Actualizar incluyendo equipos principales y auxiliares	✓ Actualización	<input type="checkbox"/>

*Nota:* a través del contenido de esta tabla, se eligen los documentos que deben ser entregados por la compañía de ingeniería contratista, acorde al tipo de ingeniería que se deba elaborar. Tomado de la normativa de Ecopetrol ECP-VIN-G-GEN-FT-025 de 2014.

Una vez se presenta y establece el alcance del proyecto, se le envían estos listados a la compañía contratista o alidada de ingeniería, indicando cuales son los documentos que se requieren de acuerdo con el tipo de ingeniería que se ha solicitado.

La compañía inicia su proceso de diseño y emisión de documentos que serán entregados a ECOPETROL, de acuerdo con el método vigente establecido para la entrega de información.

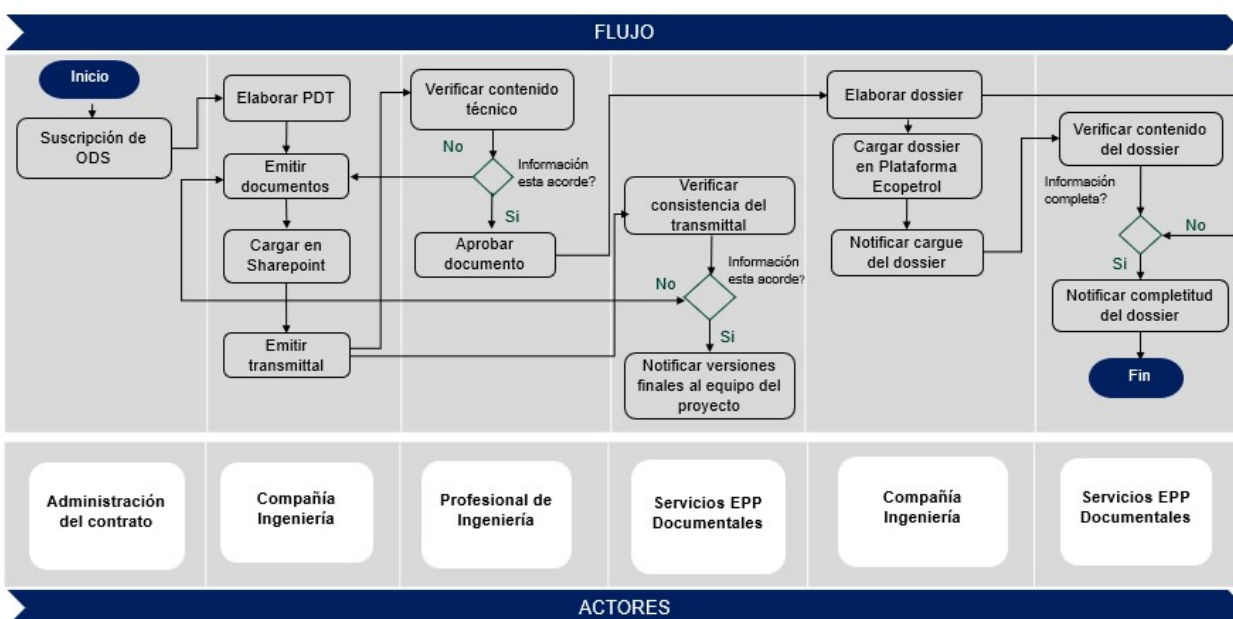
## Aseguramiento de Información de Ingeniería

Actualmente la vicepresidencia de Proyectos y perforación en Ecopetrol cuenta con la suite office 365 de Microsoft, que contiene la aplicación Sharepoint, esta plataforma de colaboración funciona como medio de entrega directa de archivos digitales que son generados por el aliado o compañía de ingeniería y que hacen parte del desarrollo de la ingeniería que ha sido contractualmente pactada con Ecopetrol.

Una vez la compañía de Ingeniería ha sido notificada para realizar el desarrollo de ingeniería, ver proceso en la Figura 3, se realiza una reunión entre las dos partes para formalizar el alcance del proyecto y exponer la iniciativa seleccionada para ejecutar el proyecto, en esta reunión denominada Kick off meeting, se hace entrega de la documentación base con la que Ecopetrol cuenta, para dar inicio al diseño de Ingeniería por parte del contratista.

**Figura 3.**

*Flujo de Información de Ingeniería.*



*Nota:* La figura contiene el flujo actual de actividades desde que se suscribe una OSD para involucrar un tercero en la ingeniería de un proyecto, hasta la entrega del soporte documental que cierra el proceso de la orden contratada. Tomado de presentación Smart EDP de Ecopetrol, 2021.

Con esta documentación base se inicia la construcción del diseño y la emisión de los documentos, para esto cada disciplina de las compañías contratistas inician a emitir los documentos acorde con el listado previo que se estableció, estos documentos se emiten con un documento a través de correo electrónico denominado Transmittal acorde a la Tabla No.2, diseñado para hacer entregas parciales de información, el transmittal contiene información básica del proyecto, como; Contratista, nombre o descripción de la ingeniería, Tipo de Ingeniería, No, de ODS, No de transmittal y a quien se dirige, estos datos seguidos del link donde se ha ubicado la información y la descripción de los documento; el ítem para determinar cuántos documentos se están emitiendo, No, del documento, descripción, también se incluye la versión del documento, la disciplina a la que pertenecen y observaciones si las hay.

**Tabla 2.**

*Transmittal Entregado por Correo Electrónico*

<b>Contratista</b>	WOOD	<b>No. Transmittal</b>	WG-3007568-1951-T-001
<b>Descripción de la ingeniería</b>	SERVICIO DE INGENIERIA CAMPO DE MEDIA COMPLEJIDAD PARA LOS PROYECTOS DEL CAMPO AKACIAS CP09 "INGENIERÍA DE DETALLE PARA POZOS DE ESTUDIO MODULO A3.1 CAMPO AKACIAS CP09"		
<b>Tipo de Ingeniería</b>	INGENIERIA DE DETALLE	<b>No. ODS</b>	051
<b>Punto Focal</b>	Yesid Yermanos	<b>HUB</b>	LLANOS

Estos archivos fueron ubicados en el SharePoint de Ecopetrol:

<https://ecopetrol.sharepoint.com/sites/vip/hubllanos/Documentos%20compartidos/Forms/AllItems.aspx?viewid=21963ff8%2D0b1b%2D4e77%2D9cd0%2D4caae31bb72&id=%2Fsites%2Fvip%2Fhubllanos%2FDocumentos%20compartidos%2FECFD19001%20AKACIAS%20MODULO%20A3%2F>

Ítem	Código Documento	Nombre del Documento	Rev.	Disciplina	Observaciones
1	ECP-ULL-19009-GLC-ID01-0-ELE-MR-001-1	MR- SKID – VFD – SUT ESTRATIGRAFICO	1	ELECTRICA	
2	ECP-ULL-19009-GLC-ID01-0-ELE-HD-001_1-1	HOJA DE DATOS TRANSFORMADOR SUT ESTRATIGRÁFICO	1	ELECTRICA	

*Nota:* La presente tabla es el diseño utilizado como transmittal electrónico, que se emite mediante correo electrónico, para relacionar la documentación que se entrega parcialmente por las compañías contratistas para revisión de ingeniería. Tomado del proceso actual en Ecopetrol Correo emitido por la compañía Wood Group. 2020.

Los documentos deben ser incorporados a Sharepoint en una ruta especificada para el proyecto, para esto, una vez la compañía contratista inicia su emisión de documentos, solicita al área documental de Proyectos, los permisos de acceso y el vínculo para cargar los documentos en medio digital, allí se van ubicando acorde a la estructura definida por disciplinas y se van actualizando las versiones de forma manual, asegurando que quede disponible la última versión del documento que se está emitiendo, cada documento siempre debe incluir su archivo nativo (Word, Excel, AutoCAD) y la misma versión en PDF, a su vez se debe entregar un documento en Excel denominado Listado Maestro, reflejado en la Tabla No. 3. Este documento es muy importante ya que de este listado se realizan, búsquedas y se realizan verificaciones de información que cada contratista emite para el proyecto y Tipo de Ingeniería.

**Tabla 3.***Listado Maestro para Entrega de Documentos*

	LISTADO DE ENTREGABLES						
ACTUALIZADO POR:	INGENIERÍA DE DETALLE POZOS DE ESTUDIO MODULO A3.1 CAMPO AKACIAS CPO9 ESTRATIGRAFICOS						CAMPO : CPO-9 ESTRATIGRAFICOS
ALEXANDRA BARON							FECHA DE ACTUALIZACION : 18/10/2019
CÓDIGO ECP	TÍTULO	TIPO		DISCIPLINA	VERSIÓN	FECHA DE LA VERSIÓN	ESTADO
		DOC	PLANO				
<b>GENERALES</b>							
<b>CIVIL</b>							
ECO-UUL-19009-SUC-001-EU-PL-001_1-1	PLANIMETRIA CIVIL CLUSTER 7 (ANTES ESTRATIGRAFICO 2)		X	CIVIL	1	08/07/2019	MODIFICADO
ECO-UUL-19009-SUC-001-EU-PL-001_1-1	LOCALIZACION EQUIPO DE W.O CLUSTER 7 (ANTES ESTRATIGRAFICO 2)		X	CIVIL	1	08/07/2019	MODIFICADO
<b>ELECTRICOS</b>							
ECO-UUL-19009-SUC-001-EU-HC-001_1-0	HOJA DE DATOS TRANSFORMADOR SUT ESTRATIGRAFICO	X		ELECTRICOS	1	18/10/2019	MODIFICADO
ECO-UUL-19009-SUC-001-EU-HC-001_1-0	HOJA DE DATOS VARIADOR DE FRECUENCIA MOTORBOMBA ESTRATIGRAFICO	X		ELECTRICOS	0	18/09/2019	MODIFICADO
ECO-UUL-19009-SUC-001-EU-MF-001_1	MR - SUD - VFD - SUT ESTRATIGRAFICO	X		ELECTRICOS	1	18/10/2019	MODIFICADO

*Nota:* La tabla contiene columnas tituladas con las características de la información entregada que Ecopetrol exige a sus contratistas, para tener un listado único con la información de la ingeniería que se emite. Tomado del proceso actual en Ecopetrol. Listado de entregables. 2019.

Una vez los profesionales de Ingeniería encargados en ECOPEPETROL, reciben el transmittal realizan una tarea diferente dependiendo el tipo de Ingeniería de la cual se está emitiendo documentación, en caso de tener observaciones o comentarios, las genera a través del correo electrónico para la compañía contratista encargada y solicita una nueva emisión del documento en caso de que el cambio sea significativo, la compañía nuevamente inicia el proceso de emisión de documento.

## **Diagnóstico de procesos y rutinas actuales para el recibo en información por compañías aliadas**

### ***Problema***

A la fecha ECOPETROL ha incorporado la herramienta SmartPlant para la mejora del proceso de ingeniería, sin embargo, no existe un procedimiento que permita entendimiento de la entrega e intercambio de información con las compañías contratistas o aliadas encargadas de diseñar las ingenierías, por esta razón se hace necesario elaborar flujos de trabajo que faciliten el entendimiento del nuevo proceso

### ***Actores***

- Gerencia de Ingeniería
- Compañías contratistas
- Contratista herramienta SmartPlant

### ***Causa***

Adquisición de nueva tecnología para mejorar el proceso actual y el flujo de información.

### ***Efecto***

Simplificación de actividades y horas hombre invertidas en trabajos de intervención manual.

## **Descripción**

El flujo de información actual, integra muchos actores que deben realizar tareas de forma manual, esto genera aumento de horas hombre y desperdicios en el proceso desde que la compañía entrega sube los archivos a la plataforma, hasta el momento en que son aprobados y listos para desarrollar la construcción quienes son el siguiente proceso que recibe esta información.

## **Cuestionario sobre rutinas de ejecución y gestión de la Ingeniería**

De acuerdo con el diagnóstico se ha realizado un cuestionario de rutinas de ingeniería, ver en la figura No. 4, con el fin de encontrar los puntos de atención a tener en cuenta en los procedimientos elaborados para el buen funcionamiento de la herramienta SmartPlant

Los resultados del cuestionario referente al tópico de rutinas de ejecución y gestión de la ingeniería están presentados en la figura No.5.

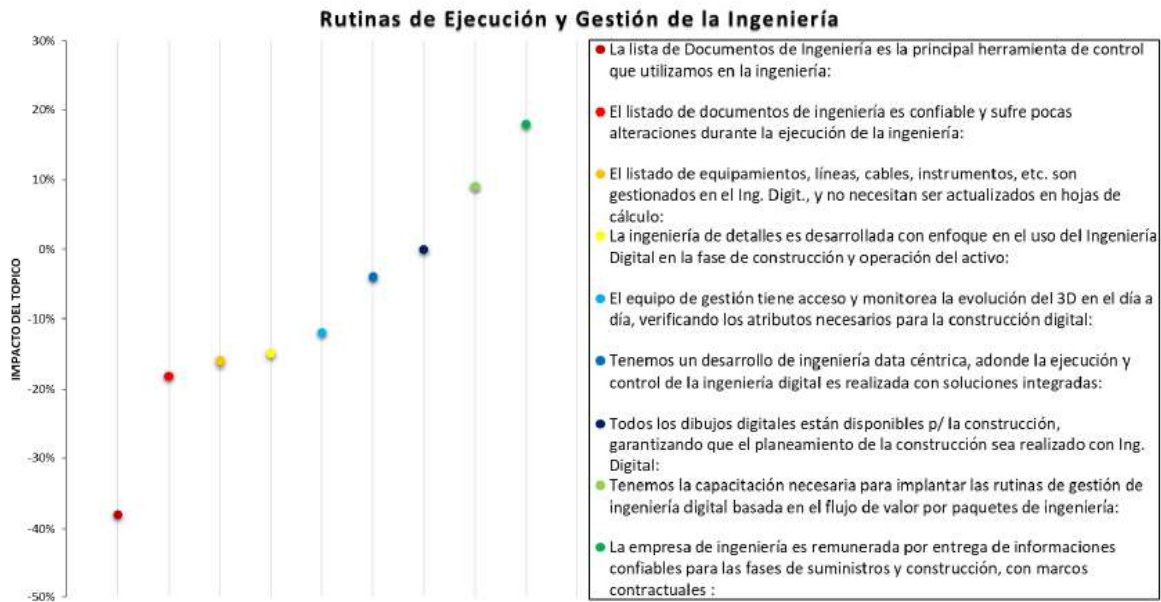
### **Figura 4.**

#### *Rutinas de Ejecución Consultadas en Ingeniería*

<b>Rutinas de Ejecución y Gestión de la Ingeniería:</b>	
<i>La lista de Documentos de Ingeniería es la principal herramienta de control que utilizamos en la ingeniería:</i>	-38%
<i>El listado de documentos de ingeniería es confiable y sufre pocas alteraciones durante la ejecución de la ingeniería:</i>	-18%
<i>El listado de equipamientos, líneas, cables, instrumentos, etc. son gestionados en el Ing. Digit., y no necesitan ser actualizados en hojas de cálculo:</i>	-16%
<i>La ingeniería de detalles es desarrollada con enfoque en el uso del Ingeniería Digital en la fase de construcción y operación del activo:</i>	-15%
<i>El equipo de gestión tiene acceso y monitorea la evolución del 3D en el día a día, verificando los atributos necesarios para la construcción digital:</i>	-12%
<i>Tenemos un desarrollo de ingeniería data céntrica, adonde la ejecución y control de la ingeniería digital es realizada con soluciones integradas:</i>	-4%
<i>Todos los dibujos digitales están disponibles p/ la construcción, garantizando que el planeamiento de la construcción sea realizado con Ing. Digital:</i>	0%
<i>Tenemos la capacitación necesaria para implantar las rutinas de gestión de ingeniería digital basada en el flujo de valor por paquetes de ingeniería:</i>	9%
<i>La empresa de ingeniería es remunerada por entrega de informaciones confiables para las fases de suministros y construcción, con marcos contractuales :</i>	18%

## Figura 5

### Resultado de la Consulta de Rutinas



*Nota:* La figura muestra los resultados de la rutina de ejecución de ingeniería. Tomado del proceso actual en Ecopetrol Presentación Smart EDP. 2021.

Como principal punto de atención en este tópico tenemos el factor de la lista de documentos que debe ser una herramienta de control para compartir de ingeniería, desde esta óptica se muestra la eficiencia en el cumplimiento y entrega de la ingeniería, pero no mide la eficacia, optimizando este listado se puede garantizar que los esfuerzos están siendo puestos en los puntos que más necesitan atención es decir en las prioridades del proceso.

Otro punto importante que se puede observar es que no existe una ingeniería gestionada a través de medio digital data céntrico este punto puede ocasionar problemas de comunicación

entre áreas con la utilización de documentos que no se encuentran en la última versión y que dificultan la toma de decisiones ocasionando desperdicios.

## **Especificaciones Técnicas de Ingeniería**

El principal objetivo de implementación de herramientas como SmartPlant, es garantizar la estandarización de información y de la ingeniería para todos los proyectos ejecutados, permitiendo un control de consistencia de información con más detalle y la reutilización de los datos generados para próximas etapas del proyecto, o próximos proyectos puedan interactuar con la información creada evitando retrabajos.

De acuerdo con lo anterior, es necesario definir estándares mínimos para el manejo de información y documentación que se recibe desde los aliados o compañías contratistas, para ello se contemplan las siguientes especificaciones:

### **Consistencia de Datos**

Se requiere que los datos de la información emitida por las compañías sea consistente en la herramienta SmartPlant, con el fin de mantener la integridad de la información, la figura a continuación presenta la diferencia entre el proceso tradicional de validación de consistencia, a partir de comparaciones y marcaje manual de planos y tablas, en contraste con el proceso digital, donde las inconsistencias son minimizadas a partir de la integración entre disciplinas y automáticamente identificadas a partir de reportes automatizados para este objetivo.

Las definiciones aquí plasmadas serán aplicadas a los sistemas de ingeniería, para facilitar el uso por parte de los contratistas o aliados de ECOPETROL, además de garantizar el seguimiento de las reglas y facilitar el control de calidad y avance de la ingeniería.

### **Estandarización de Taxonomía**

Se requiere unificar el sistema de numeración y taxonomía de todos los elementos y documentos de ingeniería, con el fin de estandarizar el lenguaje entre los aliados, los actores de Proyectos y los operadores a quien finalmente se hace la entrega de los proyectos.

### **Definición de Meta data**

Se requiere definir tipos de documentos, reglas de nombres, metadatos y atributos de la información con el fin de generar búsquedas de información de manera intuitiva para cualquier usuario de proyectos.

### **Peso de documentos y Bases de Datos**

Se requiere recibir y entregar documentos, BD y maquetas de gran tamaño.

### **Información 2D y 3D**

Se requiere identificar cuáles documentos deben ser entregados en formato 2D y en 3D.

### **Carga masiva**

Se requiere hacer entrega documentos y bases de datos uno a uno y de volúmenes de información.

### **Normativa y estándares de ingeniería**

Para el desarrollo del proceso actual la Gerencia de Ingeniería de ECOPETROL, cuenta con la siguiente normativa que se ha consultado con el fin de mantener los estándares en el desarrollo del flujo documental:

- Libro de Proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP 3.0
- EDP-G-032 Guía de la Estructura para la Documentación de Ingeniería de un Proyecto
- EDP-G-019 Guía para el control y codificación de los entregables de Ingeniería
- ECP-VIN-P-GEN-FT-025 Listado de referencia de entregables de Ingeniería Conceptual, Básica y Detallada

## **Diseño del Flujo de Información para la Incorporación de Ingenierías desde las compañías aliada para Ecopetrol sobre la herramienta SmartPlant**

### ***Definiciones:***

El flujo de ingeniería se presenta por cada fase del proceso EDP, con las siguientes características y definiciones:

Fase del Proyecto: Etapa del Ecopetrol Desarrollo de Proyectos ha definido para su macroproceso.

Ilustración del mapa de proceso: corresponde al diagrama de flujo de cada fase y enseguida la explicación de cada actividad.

Elementos del proceso: Es la descripción de cada una de las actividades que aparecen en el diagrama de flujo.

Entradas de información: Es la descripción y características de los documentos que soportan las actividades y son requeridos para el desarrollo de la actividad.

Documentos: nombre del documento que interviene en la entrada o salida para la actividad del proceso.

Fuente: corresponde al nombre de la herramienta tecnológica de donde se obtiene el documento o la información de entrada o se convierte en el repositorio cuando es un documento de salida.

Formato de presentación: es el tipo de aplicación utilizada para crear el documento de soporte, ejemplo; Word, Excel, PDF, entre otros.

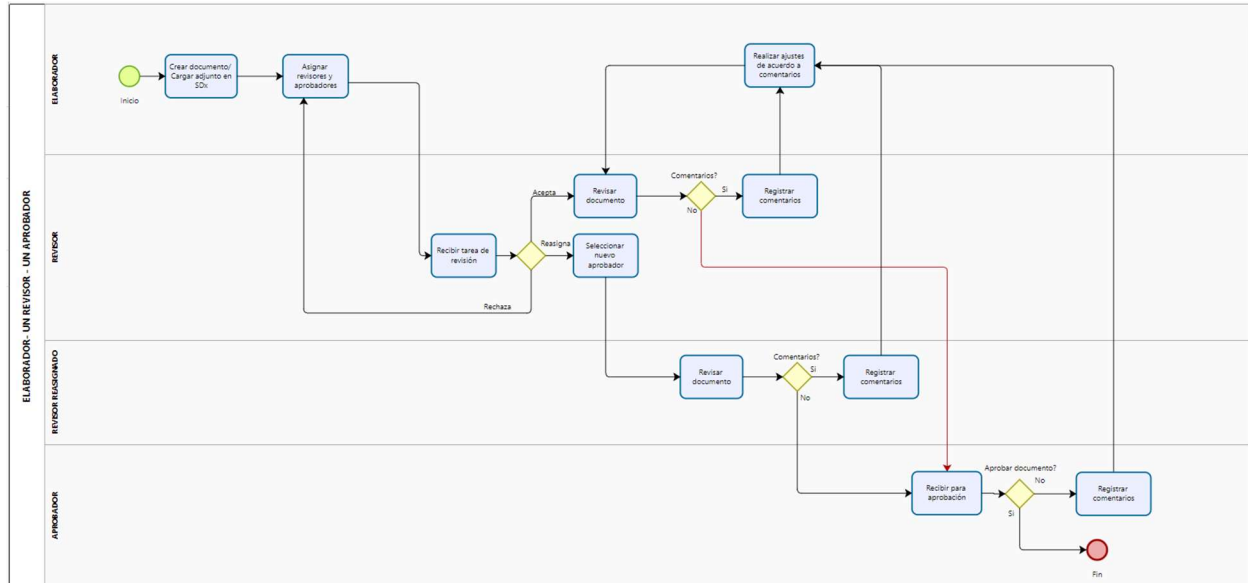
Salidas de Información: Descripción de los elementos de soporte que se generan como salida de las actividades del proceso.

Aprobaciones: Son funcionalidades en las herramientas de Smart Plant que permiten hacer revisiones y aprobaciones de los documentos, existen dos tipos de flujos de aprobación para la documentación relacionada a la investigación de este proyecto:

Flujo de aprobación de contenido: revisión por parte de autoridad de disciplina o líder de proyecto, confirmando que la información contenida en el documento o formulario cumple con lo solicitado por el EDP y corresponde al proyecto en ejecución, ver detalles en “Figura 6”.

**Figura 6.**

*Flujo de Aprobación de Contenido de Documentos Entregados*

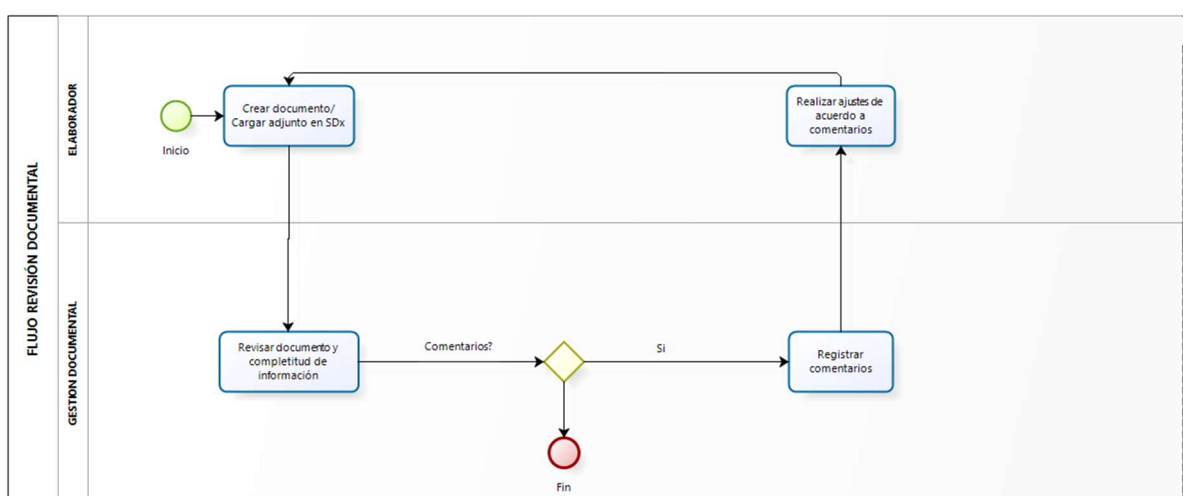


*Nota:* Fuente Proyecto Smart Plant Ecopetrol (2021)

Flujo de revisión documental: Se usa cuando los entregables son paquetes de documentos o listas de chequeo, que deben ser revisados para constatar que están completos y cumplen con las especificaciones exigidas por Ecopetrol para entrega de su documentación.

### Figura 7.

#### *Flujo de Revisión Documental de Completitud*



Powered by  
bizagi  
Modeler

*Nota:* Fuente Proyecto Smart Plant Ecopetrol (2021)

**Acceso:** corresponde a la clasificación de seguridad de información establecida por Ecopetrol en el documento SGY-M-002 Manual de seguridad de la información, en la versión 1 de Julio de 2020.

**Información Clasificada:** Es la Información que estando en poder o custodia de un sujeto obligado en su calidad tal, pertenece al ámbito propio, particular y privado o semi-privado de una persona natural o jurídica, por lo que su acceso podrá ser negado o exceptuado. Esta negación o

rechazo debe ser de manera motivada y por escrito, siempre que el acceso pudiere causar un daño a los siguientes derechos: (Ecopetrol, 2020)

a) El derecho de toda persona a la intimidad, a la Información personal no pública, protegida por el derecho al habeas data.

b) El derecho de toda persona a la vida, la salud o la seguridad; c) Los secretos comerciales, empresariales, industriales y profesionales, así como los estipulados en el párrafo del artículo 77 de la ley 1474 de 2011. La Información que cumpla con los criterios mencionados anteriormente, debe ser rotulada como Clasificada. (Ecopetrol, 2020)

Ejemplos de Información Clasificada son:

- La Información técnica y científica respecto de prospectos de yacimientos obtenidos directamente por Ecopetrol S.A. o por sus asociadas.
- La Información originada en comités Directivo y de Negocios.
- Actas del Comité Directivo.
- Actas con el resultado de los procesos de selección.
- Datos personales, tales como: origen racial, filiación política, orientación política, condiciones religiosas, datos de salud, número de teléfono de la residencia, dirección de residencia entre otros. (Ecopetrol, 2020)

Información Pública: No tiene afectación para la Empresa, se puede obtener por terceros sin reserva alguna, no compromete el buen nombre de la empresa, ni afecta en ninguna

proporción las relaciones con terceros o grupos de interés, con previa autorización del dueño del proceso o área. (Ecopetrol, 2020)

EcoSys: es una plataforma web fácil de usar y altamente configurable que ayuda a las organizaciones a mejorar el rendimiento de sus proyectos. Proporciona buenas prácticas de la industria para medir, pronosticar y mejorar la entrega de proyectos dentro del plazo y presupuesto aprobados. (Hexagon, 2018)










SDx: es una solución de gestión de la información, es un software basado en web que construye un gemelo digital de la planta. El sistema permite centralizar e interrelacionar modelos 3D, planos, documentación y tags con la finalidad de tener una representación digital de cada proyecto que se encuentre en ejecución. (Hexagon, 2021)

El software Intergraph Smart® P&ID desarrolla y gestiona sus diagramas de tuberías e instrumentación, centrándose en la calidad y coherencia del diseño en el contexto del activo de la planta. (Hexagon, 2021)

### ***Diagramas de Flujo:***

Los flujos se definen como esquemas gráficos que representan procesos, basados en diferentes símbolos que se conectan con flechas para indicar la secuencia de pasos, para este ejercicio se utilizaron los siguientes símbolos:

**Tabla 4.***Símbolos Utilizados para Diagramar Flujos*

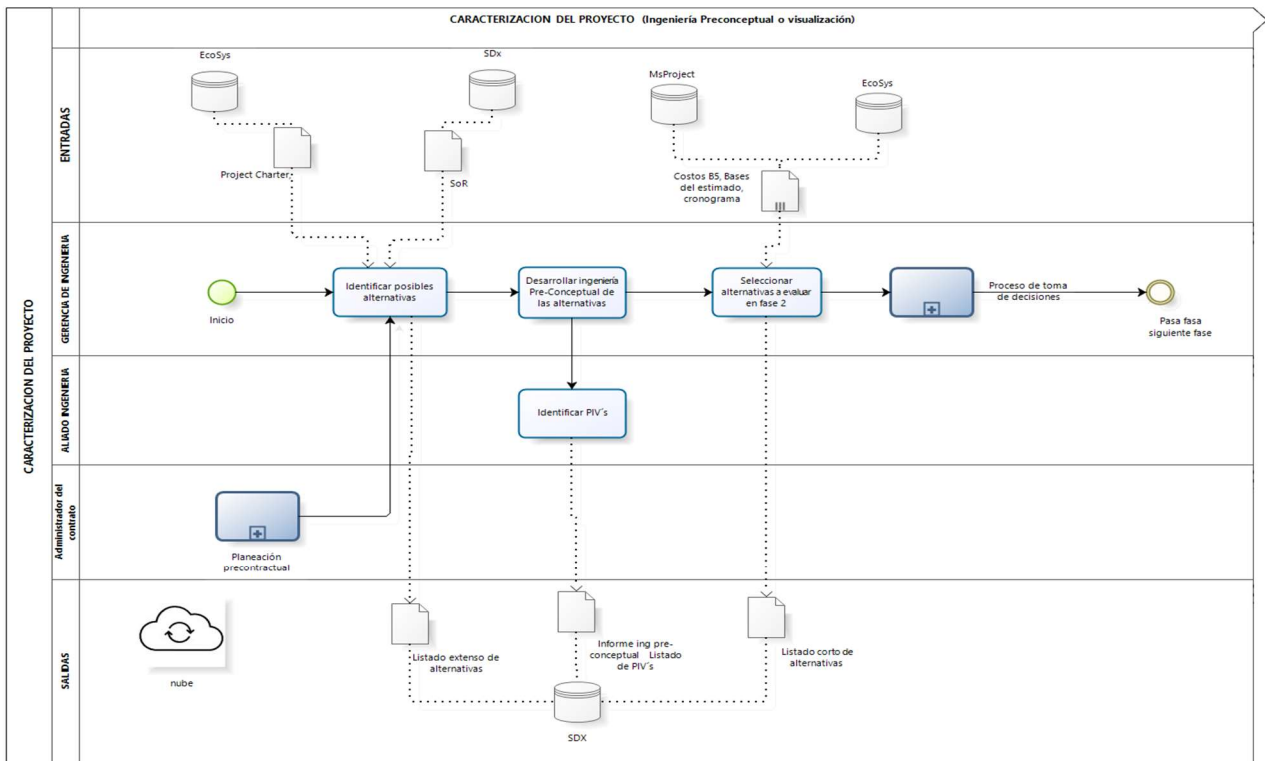
<b>SIMBOLO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	Evento de inicio: indica donde comienza el proceso.
	Tarea, actividad definida dentro de un proceso. Es ejecutada por un usuario final o una aplicación.
	Decisión: Compuerta que se ubica en un proceso donde le flujo puede tomar dos o más caminos alternativos.
	Subproceso: Actividad que contiene otras actividades, un proceso dentro del proceso es dependiente del proceso padre y tiene visibilidades los datos globales del padre.
	Evento de Fin: indica donde finaliza el proceso.
	Flujo de secuencia: conector que muestra el orden en que las actividades son ejecutadas en un proceso.
	Asociación: asocia información y artefactos con objetos de flujo.
	Objeto de datos: provee información acerca de cómo los documentos, datos y otros objetos son usados y actualizados durante el proceso. Puede representar diversos objetos tanto electrónicos como físicos.
	Depósito de datos: mecanismos para consultar o actualizar información almacenada que persistirá más allá del alcance del proceso.

**Fase 1 Caracterización de proyecto:**

El objetivo de esta fase es Identificar requerimientos, evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto y visualizar alternativas, a continuación, se presenta el flujo de ingeniería para la primera fase del proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP:

**Figura 8.**

*Diagrama de Flujo Proceso de Caracterización de Proyectos*



**Elementos del proceso**

**Inicio:** es el inicio del proceso en la fase de caracterización, correspondiente al proceso general EDP.

**Proceso Planeación Precontractual:** Para dar inicio al proceso de contratación de una compañía externa que haga el acompañamiento de la maduración del proyecto y posteriormente los diseños de ingeniería, se elabora un contrato marco que permite realizar la contratación requerida, en esta fase se adelanta la planeación y selección del contratista.

**Identificar posibles alternativas:** El equipo del proyecto identifica y documenta las posibles alternativas viables para desarrollar el proyecto. Cada alternativa debe desarrollar al menos las principales variables a ser consideradas e incluir las restricciones, metas, objetivos y el entorno donde se desarrollará el proyecto (social, ambiental, inmobiliario, seguridad física, entre otros).

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Acta de Constitución del Proyecto (Project Chárter)	EcoSys	Formulario electrónico
Statement of Requirements (SoR) preliminar (Análisis de facilidades y locaciones - Matriz de requisitos.)	EcoSys	Formulario electrónico

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DE PRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Listado extenso de alternativas	SDx	Word	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

**Desarrollar ingeniería Pre-Conceptual de las alternativas:** Análisis y evaluación técnica de esquemas de proceso y opciones más factibles para incorporación en un caso de negocio, el "core" es la ingeniería de proceso con soportes de otras disciplinas.

Con base en el alcance preliminar, se identifican las Prácticas de Incremento de Valor (PIV) aplicables al proyecto, en el análisis se determina el tiempo oportuno para su aplicación.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Acta de Constitución del Proyecto (Project Chárter)	EcoSys	Formulario electrónico

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Ingeniería Pre-Conceptual alternativas	SDx	Documentos Nativos, AutoCAD y PDF	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto
Listado de PIV's identificadas (Si aplica)	SDx	Word	Flujo de revisión documental	Clasificado al equipo del proyecto

**Seleccionar alternativas a evaluar en fase 2:** El proyecto debe seleccionar las alternativas que serán analizadas y valoradas en mayor detalle en el proceso de Selección de Alternativas (fase 2)

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Estimado de costos Clase 5	EcoSys	Formulario electrónico
Bases del estimado	EcoSys	Formulario electrónico
Cronograma	EcoSys	Formulario electrónico

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Listado corto de Alternativas	SDx	Word	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

**Proceso de toma de decisiones:** Al cierre de cada fase, se ejecuta un flujo de Aseguramiento y aprobación en la compuerta de decisión: AR: Revisión Integral de Aseguramiento. CIN: Comité de inversiones. Algunas decisiones pueden subir a Junta directiva. CIN: Comité de Inversiones; SCI: Subcomité de Inversiones de segmento; SCIR: Subcomité regional de Inversiones. (Ecopetrol, 2020)

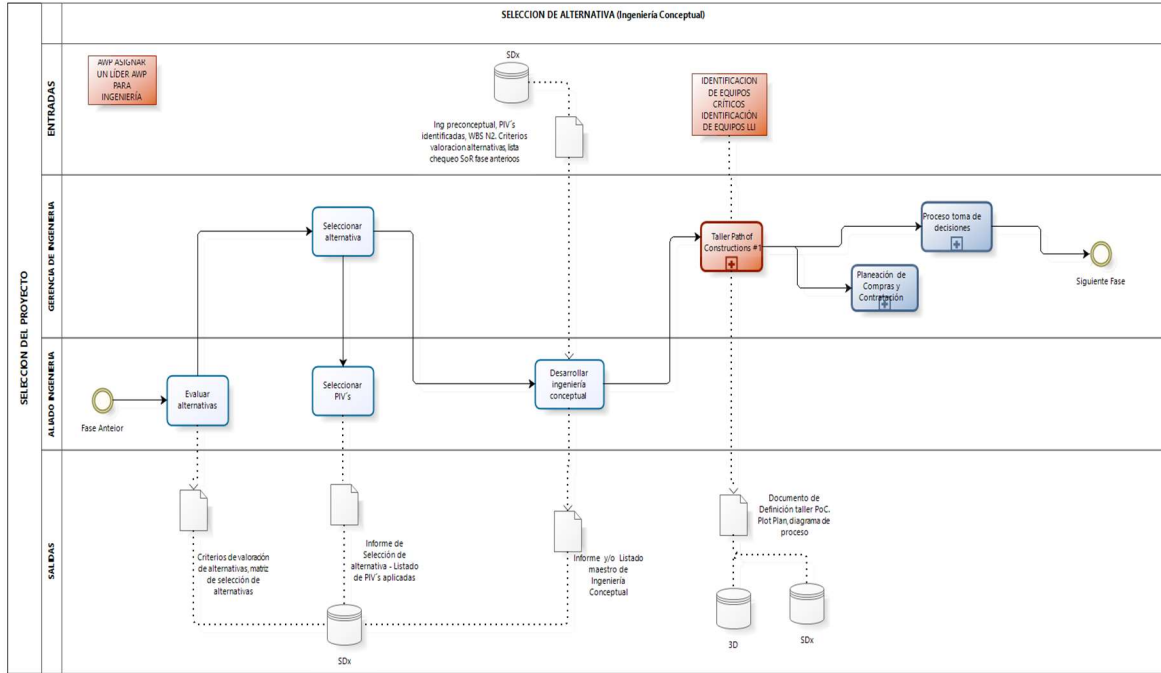
Cierre fase de Caracterización y acorde con la decisión emitida, pasa a la siguiente fase.

## Fase 2 Selección de Alternativa:

Esta fase tiene como objetivo seleccionar la mejor alternativa (que maximiza el valor) y realizar la conceptualización del proyecto, a continuación, se presenta el flujo de ingeniería para esta fase dentro del proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP:

**Figura 9.**

*Diagrama de Flujo Proceso de Selección de Alternativa*



**Elementos del proceso**

**Evaluar alternativas:** En esta actividad se realiza la validación de la alternativa seleccionada por el equipo de proyecto, ante el responsable, estableciendo criterios de valoración que permitan realizar el análisis para seleccionar la alternativa óptima.

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
-----------	--------	------------------------	--------------	--------

Criterios de valoración de alternativas	SDx	Word Excel	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto
Matriz de selección de alternativas	SDx	Word Excel	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

**Seleccionar alternativas:** Con la matriz de evaluación de alternativas se aplica un método de decisión multicriterio para realizar la selección de la mejor alternativa y apoyar el proceso de toma de decisión. Se utiliza un modelo de agregación de preferencias en una síntesis global que consiste en ordenar por prioridad las alternativas para determinar la que globalmente recibe la mejor evaluación. (Ecopetrol, 2020)

**Seleccionar PIVs:** En este punto del proceso se deben seleccionar las Prácticas de Incremento de Valor (PIV's) que apliquen al concepto seleccionado.

Salidas de Información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Informe de Selección de alternativa	SDx	Word PowerPoint	Flujo de aprobación de contenido	Confidencial
Listado de PIV's aplicadas	SDx	Excel	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

**Desarrollar ingeniería conceptual:** Análisis de las opciones más robustas en el caso de negocio elaborado, con obtención de información más a fondo del esquema básico de proceso, bases de diseño preliminares, servicios industriales, Plot-plan, estimado de costos, evaluación de PIV's a incorporar, análisis HAZID y potenciales técnicos a aplicar de seguridad de procesos. Sirve para confirmar la viabilidad técnica y económica del proyecto y marcar la pauta para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle. Se basa en un estudio previo (estudio de viabilidad) y en la definición de los requerimientos del proyecto.

Tiene como insumo las premisas de diseño donde se define el Layout preliminar con rango de áreas de trabajo (piscinas de cortes, áreas de compañías de servicio) y requerimientos de HSE así como el rango de potencia para los equipos de superficie (SLA) provisto por el proceso de planeación y compras para la conceptualización de las obras civiles, mecánicas y eléctricas de los pozos. (Ecopetrol, 2020)

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Ingeniería Preconceptual desarrolladas en la fase anterior	SDx	Nativos, Word, Excel y AutoCAD
PIV's identificadas	SDx	Excel
WBS	EcoSys	Formulario Electrónico
Criterios valoración alternativas	SDx	Word
Lista chequeo SoR definido en fase anterior	EcoSys	Formulario Electrónico

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Informe y/o Listado maestro de Ingeniería Conceptual	SDx	Nativos, Word, Excel y AutoCAD	Flujo de revisión de gestión documental	Confidencial

**Taller Path of construction #1:** Sesiones colaborativas para la definición del camino preliminar de la construcción, con la definición de los paquetes de trabajo (CWAs) y su subdivisión en instrumentos y elementos de trabajo (CWPs) preliminares.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Identificación de equipos críticos identificación de equipos larga entrega	Ingeniería Conceptual SDx	Nativos, Word, Excel y AutoCAD

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Documento de Definición taller PoC.	SDx	Word	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto
Plot Plan	SDx	AutoCAD	Flujo de revisión de gestión documental	Clasificado al equipo del proyecto
Diagrama de proceso	SDx	3D	Flujo de revisión de gestión documental	Clasificado al equipo del proyecto

**Planeación de compras:** Se actualiza la estrategia de abastecimiento preliminar. Se identifican y planean las actividades que garanticen la eficiencia y oportunidad en las adquisiciones y contrataciones requeridas para el desarrollo del proyecto.

**Proceso de toma de decisiones:** Al cierre de la fase, se ejecuta un flujo de Aseguramiento y aprobación en la compuerta de decisión: AR: Revisión Integral de Aseguramiento. CIN: Comité de inversiones. Algunas decisiones pueden subir a Junta directiva. CIN: Comité de Inversiones; SCI: Subcomité de Inversiones de segmento; SCIR: Subcomité regional de Inversiones.

### **Fase 3 Definición del Proyecto:**

El objetivo de esta fase es desarrollar la planeación del proyecto a un nivel de detalle, a continuación, se presenta el flujo de ingeniería para la fase tres del proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP:



DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Listado de chequeo cumplimiento SoR	EcoSys	Formulario Electrónico
Matriz de requisitos cerrada	EcoSys	Formulario Electrónico
Especificaciones Técnicas	SDx	Formato Nativo/PDF
WBS Fase 3	EcoSys	Formulario Electrónico

**Solicitud de información para ejecutar el proyecto:** Recopilación de documentos de proyectos anteriores que aporten al proyecto actual.

**Path of construction # 2:** Sesiones colaborativas interdisciplinarias para definir el modelo de la construcción, con la definición de los paquetes de trabajo (CWAs) y su subdivisión en instrumentos y elementos de trabajo (CWPs) previamente identificados.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Lecciones aprendidas	SDx	Excel
Identificación y valoración de riesgos	EcoSys	Formulario Electrónico

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DE PRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Diccionario AWP de los CWAs y CWPs del Proyecto.	SDx	PDF	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

Listado de CWAs y CWP's.	SDx	PDF	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto
--------------------------	-----	-----	----------------------------------	------------------------------------

**Socializar con aliados de ingeniería Entregar lineamientos y documentos al aliado**

(Kickoff Meeting): Reunión con compañías contratistas para entregar actualizaciones y lineamientos a tener en cuenta para el desarrollo del diseño de esta etapa de ingeniería, se explican los cambios y/o modificaciones que han surgido de las fases anteriores.

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DE REPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
SoR, Bases de datos, Taxonomía, PBS	SDx	PDF	Flujo de aprobación de contenido	Clasificado al equipo del proyecto

**Elaborar cronograma de hitos:** Documento con la definición de los hitos marcados para esta fase del proyecto.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Cronograma maestro EWP	Project	Nativo

**Proceso cargar Cronograma:** Proceso para exportar el documento de Project a PDF y dejarlo como registro en la fase correspondiente del proyecto.

**Definir información a emitir:** uso de las herramientas FT-025 y Blue print para definir los documentos entregables del proyecto que soportan el diseño de ingeniería.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Blue Print	Documento Externo	Nativos, Word, Excel y AutoCAD
ECP-VIN-P-GEN-FT-025 Listado de referencia de entregables de Ingeniería Conceptual, Básica y Detallada.	P8	Excel

**Configurar PBS, rangos de numeración, taxonomía en herramientas de diseño del aliado:** Se establece la numeración y jerarquía de los documentos que serán emitidos para el diseño de ingeniería básica o Feed, acorde al proyecto en curso.

**Carga de información de Bases de datos:** proceso desarrollado por las compañías contratistas a través del manual práctico de intercambio y uso de información de ingeniería con compañías aliadas.

**Desarrollar Ingeniería Básica:** La ingeniería básica es la etapa de la ingeniería que consiste en la definición de los arreglos, diseños y especificaciones generales, balances de materia y energía, diagramas de tubería y equipos, especificaciones para cotización de equipos, requerimientos de servicios y construcción o fabricación, entre otros, que se preparan con base en los conceptos de diseño y tecnología que se seleccionaron durante la fase de ingeniería conceptual. Cuando se requiere tener un estimativo de inversión con mayor precisión se desarrolla una ingeniería básica extendida (FEED), en la cual se desarrolla de manera definitiva las bases de diseño finales de todas las disciplinas de ingeniería, que entre otros incluye, el esquema básico de proceso, servicios industriales, plot-plan definitivo, realización de talleres

HAZOP/ SIL/LOPA/QRA, la aplicación de las PIV acordadas, la especificación de equipos y materiales, el diseño de los sistemas de control/contraincendios/comunicaciones, los edificios para operación y mantenimiento y emite las Requisiciones de Materiales para compra de los equipos/materiales de largo tiempo de entrega. (Ecopetrol, 2020)

**Realizar talleres de aseguramiento:** Actividades propias del equipo de ingeniería donde se revisa información, se detallan aspectos de ingeniería y se identifican riesgos potenciales y se revisan los procesos.

**Realizar reporte de validación de completitud por herramienta de diseño:** proceso de aseguramiento y calidad de información y datos entregados hasta esta etapa.

**Emitir modelos y documentación de semilla base:** La semilla base es la información típica que base usa para el desarrollo de cada proyecto, ECOPETROL define la información base o típica que se usa en la herramienta y la entrega a sus compañías aliadas, para que desde esta se construyan los diseños de ingeniería para los proyectos, estas semillas contienen los esquemáticos y la información típica que Ecopetrol tiene predefinida para aplicarla en las diferentes plantas y pozos y demás proyectos.

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACION	APROBACIONES	ACCESO
Ingeniería básica o Feed	P&ID Electrical 3D Instrumentation	Maqueta 3D Base de datos	Flujo de revisión de gestión documental	Clasificado al equipo del proyecto

	Materials			
Reporte de instrumentos de proyectos, Líneas, equipos, Layout	SDx	Nativos, AutoCAD	Flujo de revisión de gestión documental	Clasificado al equipo del proyecto

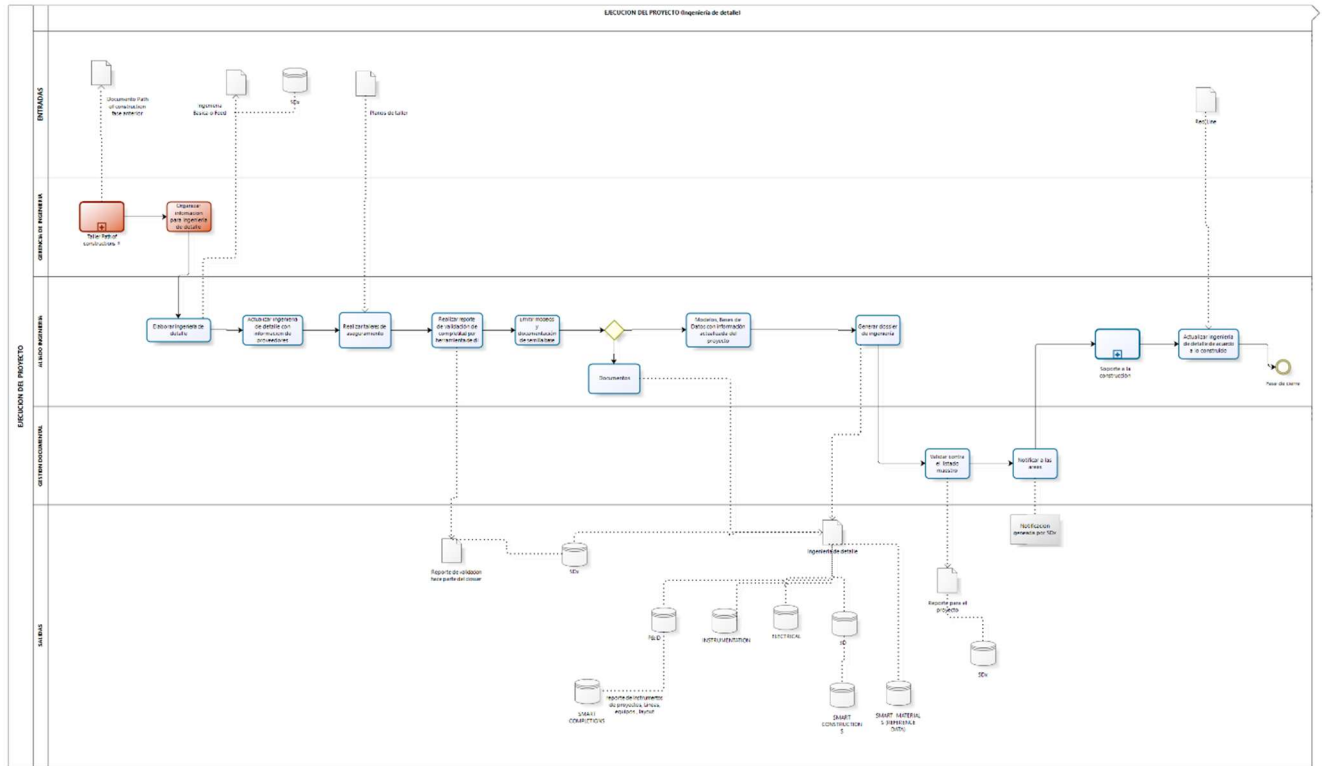
#### **Fase 4 Ejecución del Proyecto:**

El objetivo de esta fase es entregar un activo o producto operativo según la aprobación en tiempo, costo y calidad, se presenta el flujo de ingeniería para la fase cuatro del proceso

Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP:

Figura 11.

Diagrama de Flujo Proceso de Ejecución de Proyecto



Elementos del proceso

**Taller Path of constructions #3:** Sesiones interdisciplinarias para controlar la construcción, con la definición de los paquetes de trabajo (CWAs) y su subdivisión en instrumentos y elementos de trabajo (CWPs) previamente identificados.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Documento Path of construction fase anterior	SDx	PDF

**Organizar información para Ingeniería de detalle:** entregar al contratista de diseño información que se modificó o definió durante el path of construction.

**Elaborar ingeniería de detalle:** El aliado construye los diseños en sus herramientas acorde a la socialización del proyecto y la información recibida.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Ingeniería Basica o Feed	3D/SDx	Maqueta 3D, Nativos, PDF

**Actualizar ingeniería de detalle con información de proveedores:** Incluye la incorporación de la información de proveedores a la ingeniería detallada y el soporte a la construcción y alistamiento.

**Realizar talleres de aseguramiento:** Se participa de los talleres principales definidos en el listado de requerimientos de seguridad de proceso aplicables al proyecto (HAZOP, SIL, LOPA; QRA) y la aplicación y resultados de las PIVs acordadas para esta etapa.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Planos de taller	SDx	Nativos, PDF

**Realizar reporte de validación de completitud por herramienta de diseño:** Revisión de completitud de información acorde al Blue Print y el FT-025 desarrollado inicialmente.

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DEPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Reporte de validación del dossier	SDx	PDF	Flujo de aprobación de contenido	Publico

**Emitir modelos y documentación de semilla base:** La semilla base es la información típica que base usa para el desarrollo de cada proyecto, ECOPETROL define la información base o típica que se usa en la herramienta y la entrega a sus compañías aliadas, para que desde esta se construyan los diseños de ingeniería para los proyectos, estas semillas contienen los esquemáticos y la información típica que Ecopetrol tiene predefinida para aplicarla en las diferentes plantas y pozos y demás proyectos.

**Modelos, Bases de Datos con información actualizada del proyecto:** Proceso de carga de información en bases de datos, acorde al manual práctico de intercambio de información.

**Generar dossier de ingeniería:** La ingeniería de detalle se fundamenta en el diseño básico o FEED. El objeto de esta ingeniería es emitir las especificaciones técnicas de todas las especialidades para la compra y construcción de las facilidades objeto del proyecto. Hasta emitir planos aprobados para construcción - AFC. Se proporciona el soporte de ingeniería a cada uno de los paquetes a ensamblar, equipos y demás materiales para que se reciban con las especificaciones técnicas emitidas durante la ingeniería detallada e incorporadas en las órdenes de compra.

Salidas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO DE REPRESENTACIÓN	APROBACIONES	ACCESO
Ingeniería Detalle	P&ID Electrical 3D Instrumentation Materials	Maqueta 3D Base de datos	Flujo de revisión de gestión documental	Publico

**Notificar a las áreas:** la herramienta SDx, emite una notificación de completitud de información a través de correo electrónico, una vez Gestión documental emite su aprobación de revisión.

**Proceso soporte a la construcción ejecutar obras:** Desarrollo de las actividades de construcción de acuerdo con la Ingeniería Detallada aprobada, y los demás documentos técnicos que soportan el proyecto. Comprende las actividades realizadas en campo, montaje de equipos, tuberías, estructuras, instrumentos, accesorios, instalaciones eléctricas, obras civiles e instalaciones de control, entre otras, de acuerdo con la ingeniería detallada aprobada para construcción (APC).

**Actualizar ingeniería de detalle de acuerdo con lo construido:** Los documentos y planos “As Built- como quedo construido”, deberán reflejar exactamente la obra ejecutada. Representan la condición física final de cómo quedó construida una instalación de una obra o proyecto.

Entradas de información:

DOCUMENTO	FUENTE	FORMATO
Planos Red Line	SDx	Autocad /PDF

**Fase 5 Cierre de Proyecto:**

El objetivo de esta fase es realizar las actividades de cierre del proyecto acorde a la última fase del Proceso Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP, ingeniería no participa en la fase de cierre.

En este punto del proceso se cierran los flujos de información para ingeniería y se finaliza el proceso.

## Conclusiones

El proyecto de investigación aplicada permitió resolver la problemática actual de obtener un flujo de información que permita conocer el proceso de Ingeniería e integrar la entrega de información emitida por los aliados o contratistas, facilitando el conocimiento y los pasos del proceso de intercambio de información.

El diseño del flujo de información de ingeniería permite documentar el proceso para lograr el entendimiento de la secuencia de pasos e identificar las entradas, las salidas, la intervención de los contratistas y la importancia de la entrega de documentos para el debido soporte del proceso.

Identificar requerimientos y estándares de industria basados en procesos de ingeniería, permite entender el valor corporativo que tiene la información que soporta los procesos de una empresa como Ecopetrol que permanecen en revisión constante por los entes de control gubernamental.

La aplicación de estándares para el manejo de documentos y calidad de datos en proyectos es un proceso riguroso y necesario que mejora la productividad y evita reprocesos, para esto se requiere que las compañías contratistas que generan información la entreguen como fuente oficial y en forma adecuada, para tener fuente confiable y de información que permita consultar, verificar y tomar decisiones en cualquier momento.

En la compañía es necesaria la capacitación constante del personal que maneja información en el proceso de entrega de información de ingeniería, para obtener los resultados de calidad de documentación que se incorporan a las herramientas de SmartPlant.

## Referencias

- Bairestron. (2019). *PROCESO DE PIPING EN LA INDUSTRIA*. Obtenido de [http://bairestron.com.ar/notas/proceso-de-piping-en-la-industria\\_8](http://bairestron.com.ar/notas/proceso-de-piping-en-la-industria_8)
- Cattaneo, M. Ammatrion, h. Rodriguez, D. Pytel, P y Bosse M. (2010). Ingeniería de proyectos de Explotación de la información. Obtenido de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19463>
- Corina, J. Diseño e implantación de un gestor documental en un proyecto de ingeniería en el sector energético. (2009). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10016/8514>
- Ecopetrol. (2020). Ecopetrol Desarrollo de Proyectos EDP 3.0. En Libro de procesos (pág. 166). Bogotá.
- Ecopetrol. (01 de 07 de 2020). Manual de Seguridad de la Información. SGY-M-002 Manual de Seguridad de la Información. Bogota: Herramienta de Normativa P8.
- Emagister. (2017). guía de Profesiones y oficios. Obtenido de Emagister: <https://www.emagister.com.co/blog/que-hace-un-ingeniero-electrico/>
- (2021).guía Normas APA 7ª edición. Elaborado con el contenido de <https://normas-apa.org/>
- Hexagon. (2018). Hexagon PPM-EcoSys, . Obtenido de <https://www.aepro.com/es/component/tags/tag/ecosys>
- Hexagon. (2021). HxGN SDx Operations. Obtenido de <https://hexagonppm.com/es-es/offerings/products/hxgn-sdx-operations>

Hexagon. (2021). SmartPlant Foundation. Obtenido de SmartPlant Foundation:

<https://hexagonppm.com/es-es/offerings/products/smartplant-foundation>

Islas, B. (07 de 2009). Conceptos para el desarrollo básico de arreglos de tuberías en plantas industriales bajo la norma ASME/ANSI. Mexico DF: t.

Rendon, A. y Rincón, A. (2008). Modelo de un Sistema de Flujo de Trabajo para La automatización y Gestión electrónica del Proceso de Investigación y Generación del Conocimiento de la Facultad de Sistemas de Información y Documentación de la Universidad de la Salle. Obtenido de

[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1206&context=sistemas\\_informacion\\_documentacion](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1206&context=sistemas_informacion_documentacion)

Rojas, J. (2019). Implementación de SmartPlant para el Control de Documentos en el Área de Ingeniería y Proyectos en la Compañía Minera Antamina S.A. Obtenido de

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1777>

Vargas, Z. (2009). Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación. Universidad Costarica obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Wikipedia. (06 de 11 de 2021). Wikipedia. Obtenido de Instrumentacion y control:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_y\\_control\\_de\\_procesos](https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_y_control_de_procesos)

## Anexo 1


### **Manual práctico de intercambio y uso de información de Ingeniería con las compañías aliadas**

#### ***Objetivo***

Dar a conocer el proceso de entrega de información en el habilitador Tecnológico Smart Plant para los usuarios externos, compañías aliadas y/o Contratistas que diseñan ingeniería para la Vicepresidencia de Proyectos y Perforación EPP.

#### ***Entrega de Información de Ingeniería en Smart Plant***

Para la entrega de información de Ingeniería a EPP a través de los módulos o herramientas que componen Smart Plant los usuarios deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Tener un usuario y contraseña que permita ingresar a la herramienta, en caso de que sea la primera vez que va a ingresar, se deben solicitar los accesos a través del interventor del contrato suministrando al correo electrónico el nombre completo, el correo electrónico, el rol que desempeña o la razón por la cual debe ingresar a la herramienta.
2. Ingresar al portal de Intranet de Ecopetrol EPP.
3. Seleccionar el módulo o herramienta requerida. Cada módulo cuenta con ayudas audiovisuales para facilitar el uso y hacer más fácil la navegación dentro de la misma, buscar el símbolo .
4. Identificar Información a entregar:

## Información 3D y Semilla de Ingeniería

Toda la información emitida en 3D o maquetas, debe gestionarse en los módulos de Ingeniería donde reposa la información base o semilla que es entregada a los contratistas para que puedan construir sus diseños basados en el estándar de Ecopetrol y los datos básicos existentes, estos documentos se listan en el documento interno llamado Blue Print tal como aparece en la siguiente tabla 5, actualizado constantemente por el área de documentación de ingeniería en Ecopetrol donde se incluye la información a medida que se generan progresos o cambios.

**Tabla 5.**

### Lista de documentos de Ingeniería BluePrint

IDENTIFICACIÓN					APLICABILIDAD - FASE DEL PROYECTO				
ITEM	DISCIPLINA	TIPO	CÓDIGO	TÍTULO DE DOCUMENTO	CONCEPTUAL	BÁSICO	FEED	DETALLADO	CONSTRUCCIÓN
1	Civil	Planos	PL	Plano de ubicación		SP3D	SP3D	SP3D	
2	Civil	Especificación Técnica para suministro o montaje	ET	Especificación técnica - Suelo - Investigaciones Geotécnicas / Pruebas	MS Office	MS Office	MS Office		
3	Civil	Especificación Técnica para suministro o montaje	ET	Especificación técnica - Estructura y cimentaciones - Bases de diseño (Directrices)	MS Office	MS Office	MS Office		
4	Civil	Especificación Técnica para suministro o montaje	ET	Especificación técnica - Drenaje - Bases del proyecto (Directrices)	MS Office	MS Office	MS Office		
5	Civil	Especificación Técnica para suministro o montaje	ET	Especificación técnica - Pavimentación / Terraplén - Bases del proyecto (Directrices)		MS Office	MS Office		
6	Civil	Especificación Técnica para suministro o montaje	ET	Especificación técnica - constructibilidad		GTSTRU DL	GTSTRU DL	GTSTRU DL	MS Office
7	Civil	Memorias de cálculo	MC	Memoria de cálculo - Cimentación		GTSTRU DL	GTSTRU DL	GTSTRU DL	
8	Civil	Memorias de cálculo	MC	Memoria de cálculo - Estructuras en Concreto		GTSTRU DL	GTSTRU DL	GTSTRU DL	
9	Civil	Memorias de cálculo	MC	Memoria de cálculo - Estructuras Metálicas		MS OFFICE	MS OFFICE	MS OFFICE	
10	Civil	Memorias de cálculo	MC	Memoria de cálculo - Drenaje		MS OFFICE	MS OFFICE	MS OFFICE	
11	Civil	Memorias de cálculo	MC	Memoria de cálculo - Pavimentación				MS OFFICE	MS OFFICE
12	Civil	Planos	PL	Distribución arquitectónica - Plano de situación, Planos, Secciones y Fachadas				SP3D	SP3D
13	Civil	Planos	PL	Dibujos arquitectónicos - Paginación del piso - Planos, cortes y detalles				MS	MS
14	Civil	Planos	PL	Dibujos arquitectónicos - Marcos - Planos, cortes y detalles			SP3D		SP3D
15	Civil	Planos	PL	Plano de diseño Cimentaciones - Planta de pilas/ Ubicación Zapatas - Reacciones					CAD
16	Civil	Planos	PL	Plano de diseño Cimentaciones - Zapatas / Pilotes - Forma		SP3D	SP3D		SP3D
17	Civil	Planos	PL	Plano de diseño Cimentaciones - Zapatas / Pilotes - Armadura (refuerzos)					CAD
18	Civil	Planos	PL	Cimentaciones- Bloques / Cintas - Forma		SP3D	SP3D		SP3D
19	Civil	Planos	PL	Cimentaciones- Bloques / Cintas - Forma y armadura (refuerzos)					SP3D
20	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Lajes - Formas		SP3D	SP3D		SP3D
21	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Vigas - Formas		SP3D	SP3D		SP3D
22	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Pilares - Formas		SP3D	SP3D		SP3D
23	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Lajes - armadura (refuerzos)					
24	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Vigas - armadura (refuerzos)					
25	Civil	Planos	PL	Planos de Estructura em Concreto Armado - Pilares - armadura (refuerzos)					
26	Civil	Planos	PL	Planos de diseño - Estructura Metálica - Plantas y Cortes				SP3D	SP3D
27	Civil	Planos	PL	Planos de diseño - Estructura Metálica - Cortes y Detalles				SP3D	SP3D
28	Civil	Planos	PL	Planos de diseño - Estructura metálica - Proyecto de fabricación (planos de taller)					SP3D
29	Civil	Planos	PL	Planta de drenaje de aguas pluviales					SP3D
30	Civil	Planos	PL	Planta de drenaje contaminada					SP3D
31	Civil	Planos	PL	Planta de Accesos - Pavimentación					SP3D

*Nota:* Listado de soportes de ingeniería emitidos a través de herramientas de Smart Plant que son entregados a Ecopetrol en Bases de datos y maquetas 3D. Tomado del proyecto Smart Plant de Ecopetrol. 2021

La lista de documentos y soportes de la tabla 4. Lista de documentos de Ingeniería Blue Print, permite que las compañías aliadas identifiquen cuales son los soportes entregables del diseño de ingeniería que se emiten en maquetas 3D por tanto deben incorporarse en las herramientas especializadas en ingeniería de Smart Plant.

### ***Información 2D***

La información de ingeniería preconceptual y todos aquellos diseños que no requieran maqueta 3D se emiten en archivos nativos, esta información debe entregarse sobre la herramienta SDx especializada en gestión de archivos y flujos de aprobación. La relación de documentos se establece en el documento interno de Ecopetrol denominado *ECP-VIN-G-GEN-FT-025 Listado de referencia de entregables de Ingeniería conceptual, básica y detallada*.

5. Una vez cargada la información en la herramienta correspondiente, se dispara internamente el flujo de aprobación que envía un correo electrónico que le informa la aceptación o rechazo de la entrega.
6. Cuando el flujo de información es aprobado finaliza el proceso de entrega, de lo contrario se deben tener en cuenta los comentarios, corregirlos e iniciar el proceso de entrega de información nuevamente.