

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN DE PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DE
LABORATORIO EN PROPPANTS VENEZUELA, C.A.

presentado por
Contreras Hernández, Dulce Maribel

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Estraño Gutiérrez, Luis Antonio

Puerto Ordaz, Junio 2009

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLAN DE PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DE
LABORATORIO EN PROPPANTS VENEZUELA, C.A.

presentado por
Contreras Hernández, Dulce Maribel

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Estraño Gutiérrez, Luis Antonio

Puerto Ordaz, Junio 2009



DEDICATORIA

Dedicado

A mi madre, María Dolores,
a la memoria de mi padre (Q.E.P.D),

a mi esposo, Ricardo Alfredo

y a mis hijas

Diana Carolina,

Laura Patricia y

Susana Maribel



AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, compañero inseparable, por estar presente en cada instante de mi vida y guiarme en el cumplimiento de mis metas.

A mi madre, ejemplo permanente de fortaleza, perseverancia y amor.

A mi padre (Q.E.P.D), perfecta combinación de responsabilidad y rectitud, querido viejo.... que acertados tus consejos.

A mi amado esposo Ricardo Alfredo, mi amigo y gran colaborador. Mayor demostración de amor es imposible.

A mi hija Diana Carolina, alegría y entusiasmo personificado. Gracias por cederme parte del tiempo que debía dedicarte e impulsarme a lograr este objetivo.

A mi hija Laura Patricia, sensatez y mesura en dosis perfecta. Gracias por tu comprensión y apoyo al compartir tu preciado tiempo con mis estudios.

A mi hija Susana Maribel, dulzura e inocencia conjugadas. Gracias por tu inmenso cariño y tus constantes sonrisas que hicieron más ligero este camino.

A mis hermanos (as), sobrinos (as) por el estímulo que me han dado al creer en mis retos y asumirlos como ejemplo a seguir.

A mi amigo Luis Mok, madurez y compromiso prematuro. Mi consecuente compañero de equipo, gran apoyo y soporte en todo momento.

Al Ing. Luis Estraño, permanente guía y colaborador incondicional. Sus consejos y aportes facilitaron la realización de este trabajo.

A la empresa Proppants Venezuela, C.A. por permitirme participar en el proyecto de instalación de su planta y facilitarme la realización de esta investigación.

A todas aquellas personas que se alegran de mis logros y celebran mis éxitos.



INDICE DE CONTENIDO

<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de Contenido	iii
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	vi
Resumen	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
Objetivos de la Investigación.....	5
• Objetivo General.....	5
• Objetivos Específicos.....	5
• Justificación de la Investigación.....	5
CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL	6
Marco Organizacional.....	6
Filosofía de Gestión.....	10
Antecedentes de la Investigación.....	12
Fundamentos Teóricos de la Investigación.....	13
ü Principios Fundamentales de la Gerencia de Proyectos.....	13
• Definición de Proyecto y sus Características.....	13
• Gerencia de Proyectos.....	14
• Sistema de Gestión de Proyectos.....	14
• Plan de Gestión del Proyecto.....	15
ü Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.....	15
• Gestión del Alcance del Proyecto.....	16
• Gestión del Tiempo del Proyecto.....	17
• Gestión de los Costes del Proyecto.....	19
ü Lineamientos Técnicos Generales sobre el Diseño, Construcción y Dotación de Laboratorios.....	21
• Definición de Laboratorio.....	22
• Clasificación de Laboratorios.....	22
• Consideraciones para Diseño de Laboratorios.....	24
Bases Legales de la Investigación.....	28



CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	31
Modalidad de la Investigación.....	31
Diseño de la Investigación.....	32
Fases de la Investigación.....	33
Unidad de Análisis.....	35
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
Técnicas para Análisis de Datos.....	37
Resultados Esperados.....	38
CAPÍTULO IV: PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
Plan de Gestión del Alcance del Proyecto.....	41
Plan de Gestión del Tiempo del Proyecto.....	44
Plan de Gestión de los Costes del Proyecto.....	46
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LOS PLANES DE GESTIÓN DEL ALCANCE, TIEMPO Y COSTES DEL PROYECTO	48
Plan de Gestión del Alcance del Proyecto.....	49
• Objetivos del Proyecto.....	49
• Entregas del Proyecto.....	49
• Características del Producto del Proyecto.....	54
• Alcance General de las Obras a ser Ejecutadas y las Adquisiciones Necesarias para el Proyecto.....	58
• Estructura de desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto.....	64
Plan de Gestión del Tiempo del Proyecto.....	65
• Detalle y Definición de Actividades.....	65
• Establecimiento de la Secuencia de Actividades.....	68
• Estimación de los Recursos de las Actividades.....	70
• Estimación de Duración de las Actividades.....	75
• Desarrollo del Cronograma y Seguimiento del Proyecto.....	77
Plan de Gestión de los Costes del Proyecto.....	82
• Estimación de los Costes del Proyecto.....	82
• Control de Costes del Proyecto.....	91
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	101



INDICE DE FIGURAS

<u>N°</u>	<u>Figura</u>	<u>Pág.</u>
1	Proceso Productivo de Proppants Venezuela, C.A.....	9
2	Estructura Organizativa General. Proppants Venezuela, .C.A.....	11
3	Descripción General de la Gestión del Alcance del Proyecto.....	17
4	Descripción General de la Gestión del Tiempo del Proyecto	19
5	Descripción General de la Gestión de los Costes del Proyecto.....	20
6	Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto.....	64
7	Diagrama por precedencia de actividades necesarias para desarrollar el proyecto.....	70
8	Cronograma de planificación y seguimiento de actividades del Proyecto.....	78
9	Curva “S” para seguimiento del tiempo del proyecto.....	81
10	Curva “S”. Línea Base para el control de costes del proyecto.....	93



INDICE DE TABLAS

<u>Nº</u>	<u>Tabla</u>	<u>Pág.</u>
1	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	36
2	Relación entre tipo de datos, técnicas de levantamiento y análisis de información.....	38
3	Cantidad en metros o unidades requeridas para construcción y dotación de servicios al proyecto.....	59
4	Resumen de mobiliario requerido para dotación del proyecto.....	60
5	Resumen de equipos a ser adquiridos e instalados para dotación del proyecto.....	61
6	Resumen de insumos necesarios para dotación del proyecto.....	62
7	Resumen de actividades necesarias para desarrollar el proyecto.....	68
8	Resumen de recursos necesarios para desarrollar el proyecto.....	71
9	Resumen de duración de actividades para desarrollar el proyecto.....	75
10	Programa de seguimiento de tiempo para el proyecto.....	80
11	Costos de mobiliario requerido para dotación del proyecto.....	83
12	Costes de equipos a ser adquiridos e instalados en el proyecto.....	84
13	Costes de insumos necesarios para dotación del proyecto.....	87
14	Costes de personal técnico-administrativo del proyecto.....	89
15	Resumen general de costes del proyecto.....	91
16	Costo Presupuestado del Trabajo Planificado.....	92



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADEMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

PLAN DE PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DE
LABORATORIO EN PROPPANTS VENEZUELA, C.A.

Autor: Contreras Hernández, Dulce Maribel

Asesor: Estraño Gutiérrez, Luis Antonio

Año: 2009

El presente trabajo contempla la realización de un Plan de Proyecto para la Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en la empresa Proppants Venezuela, C.A. Esta empresa, que actualmente se instala en la ciudad de Puerto Ordaz, suplirá Material Cerámico “Proppants” al mercado Petrolero Nacional y exportará una importante proporción de su producción a mercados de América del Norte, América Central, América del Sur, Europa, Asia y África, por tanto, debe garantizar en sus procesos, productos y servicios características de calidad y desempeño bajo estándares nacionales e internacionales. Ello induce, necesariamente, a la creación de un Laboratorio con infraestructura física y dotación de mobiliario y equipos que permitan verificar la calidad de sus materias primas, asegurar la calidad de los procesos, certificar la calidad de los productos, apoyar la prestación de los servicios post-venta y participar continuamente en proyectos de innovación tecnológica acorde con las exigencias de este creciente e importante mercado. El Plan de Creación del Laboratorio consideró los aspectos relacionados a la planificación de las Gestiones del Alcance, Tiempo y Costo del Proyecto en toda su amplitud, siguiendo los lineamientos del Project Management Institute, PMI, (2004). Las herramientas y técnicas utilizadas en la investigación fueron las recomendadas por esta metodología. Como resultado final se obtuvo un Plan de Gestión que integra las áreas de conocimiento de Alcance, Tiempo y Costo que por su ordenada consolidación y aplicación metodológica resulta ser una valiosa herramienta para la ejecución definitiva del proyecto de laboratorio requerido por esta empresa.

Palabras claves: Proyecto, Plan de Proyecto, Planificación, Gestión del Alcance, Gestión del tiempo, Gestión de los Costes, Laboratorio, Normas COVENIN / ISO.



INTRODUCCIÓN

La industria petrolera mundial está actualmente manejada por dos grandes grupos de empresas. Por un lado, se encuentran las Empresas Públicas de los países productores de petróleo, por lo general en situación de monopolio y solo basadas en la explotación de una ventaja geológica incontestable. Por el otro lado, están las Compañías Occidentales, a menudo privadas y sin una base geológica fuerte. En ambos casos, sus ventajas competitivas se fundan sobre una gran capacidad de adaptación lograda en su mayor parte por el dominio de la tecnología en todas las fases de la cadena petrolera. La creación de empresas como “Proppants Venezuela, C.A.” que ofrece productos cerámicos de alta tecnología para mejorar el rendimiento del crudo y el gas natural en su proceso de extracción por el método de fracturación hidráulica, resulta de especial interés para las compañías que explotan este recurso natural no renovable. Por tratarse de un mercado globalizado y con altas exigencias en cuanto a calidad de sus insumos y servicios se hace necesario que sus suministradores consideren como prioritario en sus instalaciones Laboratorios de Investigación, Desarrollo y Análisis que garanticen el cumplimiento de requisitos de calidad según estándares nacionales e internacionales. Por lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo de investigación es estructurar un Plan para la Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en la empresa Proppants Venezuela C.A. Dicho plan cubrirá las áreas de conocimiento inherentes a las Gestiones de Alcance, Tiempo y Costo del Proyecto según la metodología sugerida por el Project Management Institute, PMI, 2004. Este Plan de Proyecto servirá a la organización para disponer de un documento que considera de manera ordenada y metodológica tres aspectos medulares de planificación en proyectos como los son las gestiones de Alcance, Tiempo y Costo con sus respectivas herramientas de seguimiento y control adaptadas a las necesidades operacionales y tecnológicas actuales de la organización.



Este documento está estructurado en VI capítulos. El primer capítulo contiene el planteamiento del problema, las interrogantes generadas en la búsqueda de la solución del mismo, la propuesta que apoyó la solución de estas interrogantes, los objetivos que permitieron llegar, metodológicamente, a la solución del problema y finalmente la justificación de la investigación. En el segundo capítulo se plantea el marco conceptual donde se establecen los lineamientos teóricos que sustentaron el estudio en cuestión. Este incluye información sobre la organización, antecedentes de la investigación, teorías sobre proyectos y gerencia de proyectos, planes de gestión, gestión de Alcance, Tiempo y Costos, lineamientos técnicos y legales relacionados al Diseño, Construcción y Dotación de Laboratorios. En el tercer capítulo se describe el marco metodológico donde se sustenta la forma cómo se desarrolló la investigación indicando la modalidad y tipo de la investigación, las fases a seguir para cubrirla, la unidad de análisis que conforma el estudio, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos así como los resultados esperados de la investigación. El cuarto capítulo explica cómo se desarrolló el plan de Gestión del Alcance (definición, enunciado, estructura de desglose de trabajo, verificación y control), el Plan de Gestión del Tiempo (definición de las actividades, secuencia de las actividades, estimación de recursos necesarios para las actividades, estimación de duración de las actividades, cronograma del proyecto y sus herramientas de control) y el Plan de Gestión de los Costes (estimación de los costes del proyecto, preparación del presupuesto de costes y las herramientas de control de costes del proyecto). En el quinto capítulo se presenta el desarrollo propiamente dicho de los Planes de Gestión referenciados en el cuarto capítulo y se realiza el análisis de los resultados obtenidos. Finalmente en el sexto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones emitidas por el autor una vez realizada la investigación correspondiente a este trabajo especial de grado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El petróleo es un recurso natural no renovable cuya producción y control es de carácter estratégico, tanto para los países que detentan reservas de crudo como para los que participan en su transformación industrial. Existen empresas que aprovechando el crecimiento del consumo petrolero mundial, han previsto una excelente oportunidad de negocio con el desarrollo de productos que mejoren la productividad de los pozos de petróleo y gas e incrementen la rentabilidad del tan codiciado mercado, tal es el caso del Grupo Francés Saint-Gobain que, desde hace más de trescientos años, produce y distribuye en el mundo, sus productos convencionales como el vidrio y materiales de construcción y desde 1.979 incorporó una nueva línea de materiales cerámicos denominados Proppants, conformados por micro-esferas cerámicas del tamaño aproximado de granos de arena, resultantes del sinterizado de Bauxita a temperaturas comprendidas entre 1.350 y 1.450 grados Centígrados.

La línea de productos Proppants ha contribuido a operaciones exitosas de fracturas hidráulicas en pozos de petróleo y gas en todo el mundo y cumplen una importante función en el intento de aumentar el rendimiento de los sitios existentes y también mejorar la capacidad de la industria de explotar nuevas formaciones eficazmente. El crecimiento de este mercado y las ventajas comparativas y competitivas que presenta Venezuela han sido variables importantes para que Saint-Gobain haya decidido instalar una planta de fabricación de Proppants con una capacidad de 70.000 TN/año en la Zona Industrial Matanzas de la ciudad de Puerto Ordaz

Esta empresa será, única en el país y tercera en el mundo, en la fabricación de esta línea de productos. Cubrirá las necesidades del mercado petrolero venezolano y exportará buena parte de su producción a mercados de América del



Norte, América Central, América del Sur, Europa, Asia y África. No garantizar la calidad total de sus productos y servicios sería contraproducente para su posicionamiento en el mercado y su competencia con proveedores mundiales que cumplen los estándares de calidad internacional. Por otra parte, al pertenecer a un grupo empresarial reconocido a nivel mundial por su constante preocupación en los avances tecnológicos y excelente calidad de sus productos patentados, Proppants Venezuela debe seguir y cumplir estos mismos lineamientos.

Lo anteriormente mencionado genera la necesidad de construir y dotar un Laboratorio que asegure y certifique la calidad de las materias primas, los procesos, los productos terminados y los servicios post-venta, al mismo tiempo, que soporte las actividades de investigación y desarrollo que serán requeridas continuamente por los exigentes clientes nacionales e internacionales que tendrá esta empresa. Ello conlleva a formular la siguiente interrogante: ¿Cómo elaborar un plan para guiar la Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis integrado a las normas y estándares nacionales e internacionales con las exigencias técnicas particulares del proceso de fabricación de Materiales Cerámicos Proppants en la planta que se instala en la ciudad de Puerto Ordaz?. Esta pregunta genera expectativas adicionales tales como:

¿Cómo se definirá el alcance del proyecto de construcción y dotación del laboratorio para que los ensayos realizados en éste cumplan las normas nacionales e internacionales que rigen los materiales cerámicos de esta naturaleza?

¿Qué herramientas y estrategias permitirán realizar una adecuada estimación de tiempo para construir y dotar el laboratorio referido en este proyecto?

¿Cuáles son los componentes necesarios para definir y asignar adecuadamente los costos asociados a la construcción y dotación del laboratorio objeto de este estudio?

Para dar respuesta a estas inquietudes se propone: Elaborar un Plan de Proyecto que contenga las gestiones de Alcance, Tiempo y Costo para la Construcción y



Dotación del Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.

Para ello se aplicará la Metodología Internacional desarrollada por el Project Management Institute, (PMI 2004), apoyada en las buenas prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas así como prácticas innovadoras que están emergiendo en el área de Gerencia de Proyectos.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General:

Elaborar un Plan de Proyecto para la “Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en la empresa Proppants Venezuela, C.A”. Este involucra las Gestiones de Alcance, Tiempo y Costos del Proyecto.

Objetivos Específicos:

1. Elaborar el Plan de Gestión del Alcance del Proyecto
2. Elaborar el Plan de Gestión de Tiempo del Proyecto
3. Elaborar el Plan de Gestión de Costos del Proyecto

Justificación de la Investigación.

La calidad de los productos y la constante innovación, son objetivos estratégicos-tecnológicos mandatorios del grupo de empresas Saint-Gobain, por ello, una de las instalaciones importantes e imprescindibles a considerar en el proyecto de construcción de la Planta Proppants Venezuela, C.A. en Puerto Ordaz, es un adecuado Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis que permita, mantener al día la tecnología aplicada en los procesos, asegurar y certificar la calidad de las materias primas, procesos, productos y servicio post-venta, logrando satisfacer y superar, en lo posible, las expectativas del cliente.

CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

Una vez definido el planteamiento del problema, fue necesario establecer los lineamientos teóricos que sustentan el estudio en cuestión. En consecuencia, dentro de este marco teórico se incluye información sobre la organización, área sometida a estudio, teorías referentes a proyectos, plan de gestión de proyectos, gestiones de Alcance, Tiempo y Costos que fueron las áreas medulares desarrolladas en la presente investigación. Así mismo, se incorporaron datos sobre investigaciones relacionadas con el aspecto central de la investigación, se analizó el marco legal y las políticas internas que regulan la propuesta. De esta forma se garantiza cubrir los enfoques que forman parte fundamental de la investigación situando el problema objeto de estudio dentro de un conjunto de conocimientos, lo más sólido posible, a fin de orientar la búsqueda de una respuesta adecuada a las interrogantes generadas en el capítulo anterior.

II.1 Marco Organizacional

Proppants Venezuela, C.A.

Proppants Venezuela C.A. es una empresa perteneciente al grupo Saint-Gobain.

“Este grupo empresarial fue fundado en Francia en el año 1665 como parte de un proyecto promovido por Luis XIV y Colbert para restaurar la economía francesa. Por tratarse de una empresa privada, esta compañía rompe los esquemas tradicionales y se convierte, por su organización, en la empresa de mayor prestigio en la producción de vidrios industriales y domésticos llegando a ser contratada para construir el Salón de los Espejos del Palacio del Versalles. Gracias a la invención del vidrio fundido (1688) esta empresa monopoliza este sector del mercado desde el siglo XVII. Durante el siglo XIX Saint-Gobain se extiende por Europa estableciendo fábricas en Alemania (1857), Italia (1889) y España (1904). En la segunda mitad del siglo XX se inicia la diversificación de los mercados para este grupo de empresas e



incursionan en la industria de las tuberías de hierro colado así como fibras y mantos aislantes. En 1920, Saint-Gobain realiza grandes inversiones en compañías de vidrio fundido en Estados Unidos y firma su primer convenio con “Certain Tedd” en 1967. En 1979 incursiona en el mercado petrolero iniciando operaciones como Saint-Gobain Proppants, seguido por la adquisición del grupo “Norton” en 1990 y compra “Ball Foster Glass” en 1995.” (Saint-Gobain. History of the Saint-Gobain Group <http://www.saint-gobain.com/en/html/groupe/historique.asp>).

La línea Saint-Gobain Proppants, inició operaciones en Estados Unidos en el año 1979, formó una alianza estratégica con Norton Alcoa Proppants en 1984 y luego en 1991 compró definitivamente a Norton. En el año 1996 compró la planta Bryant, ubicada en Little Rock-Arkansas, para garantizar la extracción y preparación de su materia prima (Bauxita) en Norte América y compró totalmente a Alcoa en el año 2001. Adquirió una planta de fabricación de *Proppants* en China en el año 2004 con expansión inmediata al doble de su capacidad original. Para dar completa atención a los requerimientos de clientes en Europa, Norte América y Sur América, Saint-Gobain decide instalar una planta de fabricación de *Proppants* en Venezuela, cuyas operaciones iniciarán en el segundo semestre del año 2009 y selecciona como localidad óptima la ciudad de Puerto Ordaz donde actualmente se construye e instalan facilidades industriales para fabricar 70.000 TN/año de este producto. Con esta inversión (70 millones de dólares americanos) la capacidad de producción mundial de esta línea de polvos cerámicos ascenderá a 320.000 TN/año.

Proppants Venezuela C.A, se integra a las más de 1.200 Compañías consolidadas por Saint-Gobain en 54 países del mundo abarcando los cinco continentes. Los 129 empleados que estima generar Proppants Venezuela se suman a los 200.000 de todo el mundo que participan activamente en las diferentes líneas de negocio del grupo matriz.

“Actualmente, las ventas del grupo Saint-Gobain (43 billones euros/año) están divididas en los siguientes sectores:

- Distribución de Materiales de Construcción: 42%
- Fabricación de Productos para Construcción (tuberías y aislantes): 18.4%
- Empaques de Vidrio (industrias de cosméticos, botellas y jarras): 11.6%



- Vidrios Planos (automóviles, edificaciones): 13,5%
- *High-Performance Materials*: (Cerámicos y Plásticos): 15%

La división *High-Performance Materials* - Cerámicos y Plásticos - está dividida en cuatro líneas de negocio:

Cerámicos: Comprende las líneas de vidrios refractarios para hornos, botellas, ventanas, parabrisas de vehículos y pantallas para televisores. Así, como la fabricación de polvos de Carburo de Silicio, Nitrato de Boro y Nitrato de Silicio utilizados en filtros para emisiones de gases contaminantes de motores de combustión Diesel, como aditivo en la industria de los cosméticos y en los rodamientos de las ruedas de los carros de carrera Fórmula Uno, respectivamente.

Cristales: Destinados a equipos de chequeo de equipajes en aeropuertos y aduanas y fabricación de chips para computadoras.

Plásticos: Sellos para carros de carrera Fórmula Uno, puertas automáticas, sistemas de conexión de pedal, tuberías para manejo de fluidos en laboratorios y hospitales, espumas usadas como pegamento, sello o sistemas de aislación de ruido y vibración, línea de cables recubiertos que permiten usos en arquitectura y en sistemas de conexión de TV y teléfono en los aviones.

Granos y Polvos: Partículas de Nano-Alúmina usadas para acabado final en micro superficies, polvo de Zirconio que proporciona resistencia y color intenso a láminas de porcelana y vajillas, pinturas cerámicas que incrementan resistencia y dan protección a discos de TV satelital, polvos de Titanio para la fabricación de bases usadas en clubs de golf y finalmente, polvos cerámicos Proppants del tamaño de granos de arena, resultante de la sinterización de mineral de Bauxita con aglomerantes naturales que son capaces de mantener su integridad física bajo inmensas presiones (5.000 a 15.000 psi), usados de manera estupenda en los procesos de fracturación hidráulica en los pozos de gas y petróleo para estimular su producción y mejorar su rendimiento” (Saint-Gobain Business Sector. <http://www.saint-gobain.com/en/html/groupe/ceramiques.asp>) .

“Siendo el Desarrollo Tecnológico de vanguardia una de la ventajas competitivas del grupo de empresas Saint-Gobain, este invierte anualmente 366 millones de euros en Investigación y Desarrollo Tecnológico. Mantiene trabajando en esta área un staff de 3.500 personas y posee 15 importantes laboratorios de Investigación y Desarrollo en los principales centros de operación de los cinco continentes que son complementados con un gran número de unidades especializadas más pequeñas en proyectos piloto y actividades en cada sitio de producción.” (Saint-Gobain, Innovation. <http://www.saint-gobain.com/en/html/innovation/presentation.asp>).



II.2 Filosofía de Gestión

Misión

Es misión de Proppants Venezuela C.A, fabricar granos cerámicos *Proppants*, a partir de mineral de Bauxita, con absoluto control de sus materias primas y procesos, así como, garantía de permanente innovación en su tecnología y servicios para entregar a sus clientes productos de alta calidad y desempeño a fin de mejorar el rendimiento en los procesos de extracción de petróleo y gas de pozos, donde se utilice como técnica de explotación la Fracturación Hidráulica.

Visión

Proppants Venezuela, C.A, se propone ser un proveedor competitivo a nivel mundial en costos y calidad, un prestador de servicios confiable y un líder tecnológico mundial a través de la introducción de productos y servicios novedosos e innovadores en la industria petrolera nacional e internacional, con respeto a las leyes vigentes, en armonía con el ambiente y con el claro propósito de mantener excelentes relaciones con sus colaboradores directos y la sociedad que le rodea.

Principios Generales de Conducta y Actuación

El grupo Saint-Gobain se ha construido y desarrollado partiendo de la base de unos principios que comparten y practican todos sus directivos y empleados y que han guiado su actuación a lo largo del tiempo. Dichos principios son:

Principios de Conducta: Compromiso Profesional, Respeto a las Personas, Integridad, Lealdad y Solidaridad.

Principios de Actuación: Respeto a la Legalidad, Respeto a la Higiene y a la Seguridad en el Trabajo y Respeto a los Derechos de los Trabajadores.



Estructura Organizativa

En la figura 2 se muestra la estructura general de la empresa Proppants Venezuela, C.A.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL. PROPPANTS VENEZUELA, C.A.

(Total: 129 empleados al 31/01/2009)

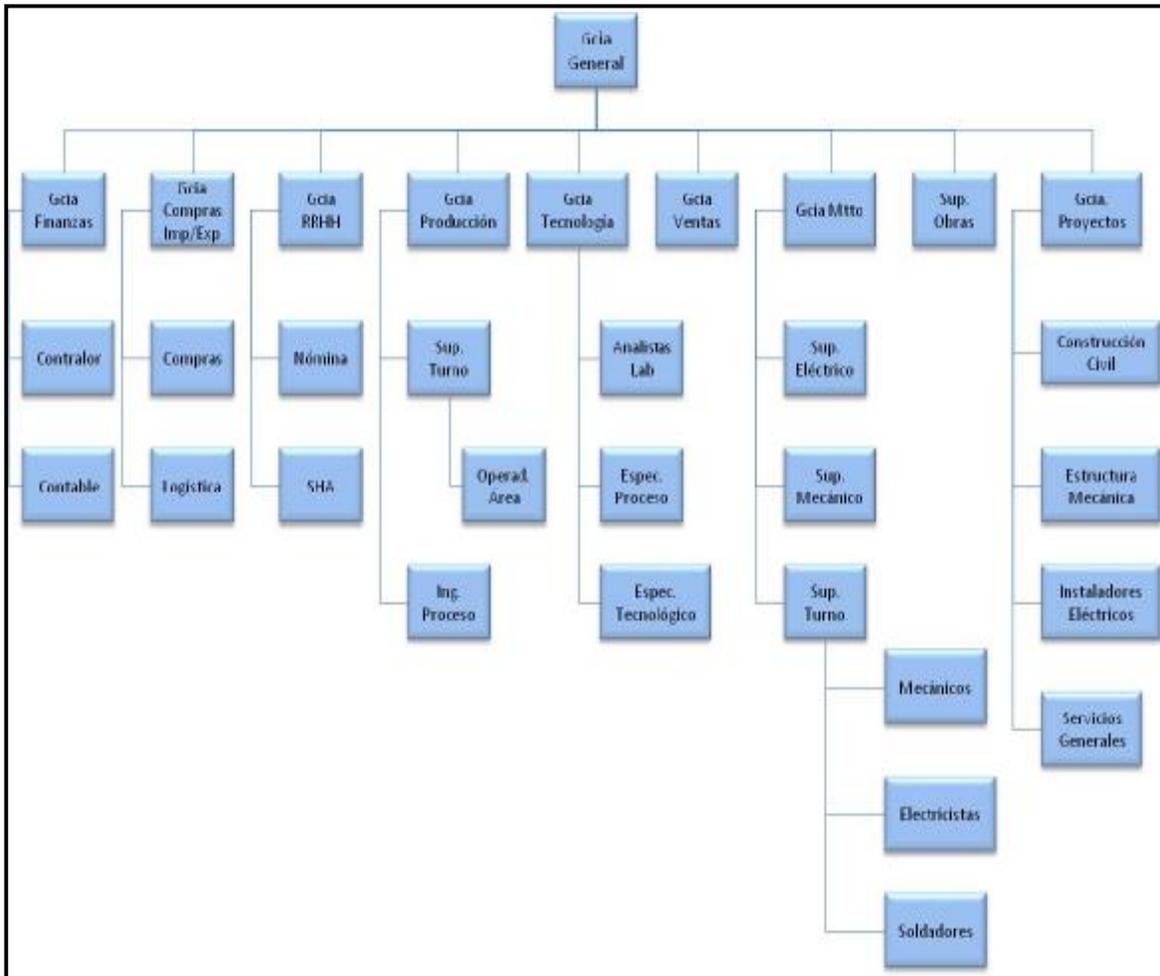


Figura 2. Estructura Organizativa General. Proppants Venezuela, C.A.
Fuente: Proppants Venezuela C.A. (2009). Manual de Procedimientos Generales.



II.3 Antecedentes de la Investigación

Para el desarrollo de esta investigación se han considerado de interés los aportes suministrados por los siguientes trabajos relacionados con planes de proyecto:

- Ø Giménez Matos, Ramón Ernesto (2005), *Plan de Implantación de Plataforma Tecnológica de Integración de Aplicaciones en el Marco del Proyecto Programas Mayores en CANTV*. El objetivo de este trabajo fue elaborar el mencionado plan respondiendo a la interrogante ¿Qué hay que hacer para implantar en CANTV la Plataforma Tecnológica de Integración de Aplicaciones?. Con la realización de la investigación se logró recopilar, estructurar y analizar la información para formular la propuesta final del “Plan de Implantación de Plataforma Tecnológica de Integración de Aplicaciones en el Marco del Proyecto Programas Mayores en CANTV” siguiendo los principios de los procesos de Planificación señalados por el Project Management Institute.(2004).

- Ø Bseirini, Elías Alamar (2007), *Plan para Definición y Desarrollo de Proyectos de Viviendas Multifamiliares desde el Punto De Vista del Promotor*. El objetivo de este trabajo fue elaborar el mencionado plan para dar respuesta al problema común de proyectos inconclusos que ocurren en el sector habitacional que por desconocimiento de herramientas de planificación no cumplen sus objetivos. La pregunta planteada fue ¿Cómo elaborar un plan que pueda definir y desarrollar proyectos de viviendas multifamiliares típicas desde el punto de vista de la empresa promotora?. El desarrollo de esta investigación dejó como aporte una guía de herramientas organizadas para contribuir con el desarrollo de nuevos proyectos de viviendas multifamiliares que se concreten con potencial éxito.

- Ø Lozada Malpica, Luis Alberto (2007), *Plan Preliminar del Proyecto “Actualización del Sistema de Control Digital en CVG BAUXILUM Operadora de Alúmina”*. El objetivo de la elaboración de este plan



preliminar fue maximizar las probabilidades de aprobación del proyecto factible de arranque, parada, protección y establecimiento de secuencia para motores y otros equipos mayores que presentan obsolescencia y constituyen una vulnerabilidad en la continuidad operativa del proceso productivo. El producto de la investigación suministró la carta del proyecto y la definición de los elementos básicos de Alcance, tiempo, costos y riesgo integrando los mismos en un plan preliminar.

II.4 Fundamentos Teóricos de la Investigación

II.4.1 Principios fundamentales de la Gerencia de Proyectos

En relación a la Gerencia de proyectos se tratan los siguientes aspectos fundamentales inherentes a los proyectos: definición, características, gerencia de proyectos, sistema y plan de gestión de proyectos, con especial interés en los planes de gestión relacionados a la planificación del alcance, tiempo y costos.

- **Definición de Proyecto y sus Características**

De acuerdo al PMI (2004) “un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.” (p. 5). En este contexto, se explica que la característica de temporalidad significa que el proyecto tiene un comienzo y un fin definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado.

Por otra parte, el PMI (2004) señala que:

“La elaboración gradual es una característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal y único. “Elaboración gradual” significa desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos. Por ejemplo, el alcance de un proyecto se define de forma general al comienzo del proyecto, y se hace más explícito y detallado a medida que el equipo del proyecto



desarrolla un mejor y más completo entendimiento de los objetivos y de los productos entregables.” (p. 6).

En definitiva, un proyecto es cualquier trabajo finito, complejo y no repetitivo sea de diseño, construcción u otro tipo, el cual contiene un conjunto de actividades formalmente organizadas, a las cuales se les han establecido fechas de inicio y de terminación, y consume recursos (humanos, materiales, tiempo y dinero).

Finalmente, se puede indicar que efectivamente la mayoría de los proyectos se emprenden para obtener un resultado duradero. En el caso que nos ocupa, la elaboración de un plan de proyecto para la Construcción y Dotación de un Laboratorio servirá, una vez concluido el proyecto, para prestar apoyo eficiente a la empresa en lo relacionado a la calidad de sus procesos, productos y servicios en su etapa de operación continua.

- **Gerencia de Proyectos**

Una vez definido y entendido el significado de “Proyecto” es importante acotar lo que significa “Gerenciar un Proyecto”, para lo cual referimos lo indicado por Palacios (2005): “la gerencia de proyectos es la aplicación sistemática de una serie de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar o exceder los requerimientos de todos los involucrados con un proyecto.” (p. 46).

- **Sistema de Gestión de Proyectos**

“El sistema de gestión de proyectos es el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto. Puede ser formal o informal, y ayuda al director del proyecto a gestionar de forma eficaz un proyecto hasta su conclusión. El sistema es un conjunto de procesos y de las funciones de control correspondientes, que se consolidan y combinan en un todo funcional y unificado.” (PMI 2004, p. 33).

El grupo de procesos de planificación incluye entre sus procesos de dirección de proyectos el Desarrollo del Plan de Gestión del Proyecto, dicho plan es muy importante para el desarrollo de esta investigación, por ello, se define a continuación:



- **Plan de Gestión del Proyecto**

“El plan de gestión del proyecto describe cómo se va a usar el sistema de gestión de proyectos. El contenido del sistema de gestión de proyectos variará dependiendo del área de aplicación, influencia de la organización, complejidad del proyecto y disponibilidad de los sistemas existentes. Las influencias de la organización conforman el sistema para ejecutar los proyectos dentro de esa organización. El sistema se ajustará o adaptará a cualquier exigencia impuesta por la organización.” (PMI, 2004, p. 33).

El desarrollo del Plan de Gestión del Proyecto:

“Es el proceso necesario para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto. El plan de gestión del proyecto se convierte en la principal fuente de información para determinar cómo se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará el proyecto.” (PMI, 2004, p. 48).

Como parte del sistema de Gestión de este proyecto se consideraron los planes de Alcance, Costo y Tiempo. Es importante señalar que la inversión para crear el laboratorio está aprobada dentro del Plan Integral de la construcción de la planta. La Gerencia de Tecnología como área que da oportunidad de manejar este proyecto particular, “Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis”, tiene un alcance preliminar visualizado, un presupuesto asignado, y restricciones de tiempo ya que debe estar instalado para el período de prueba del proyecto general. La investigación generó los Planes de Gestión del Proyecto enmarcados en las tres áreas de conocimiento antes mencionadas. Seguidamente, se identificarán las nueve Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos para posteriormente presentar con mayores detalles los contenidos de los planes de Gestión de Alcance, Costo y Tiempo.

II.4.2 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Según el PMI (2004), se han identificado 44 procesos de Dirección de Proyectos los cuales han sido agrupados en las siguientes nueve Áreas de Conocimiento: *Gestión de la Integración del Proyecto, Gestión del Alcance del Proyecto, Gestión*



del Tiempo del Proyecto, Gestión de los Costes del Proyecto, Gestión de la Calidad del Proyecto, Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto, Gestión de las Comunicaciones del Proyecto, Gestión de los Riesgos del Proyecto y Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.

II.4.2.1 Gestión del Alcance del Proyecto.

Describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación del Alcance, Definición del Alcance, Crear EDT, Verificación del Alcance y Control del Alcance.

- *Planificación del Alcance:* crear un plan de gestión del alcance del proyecto que refleje cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del proyecto, y cómo se creará y definirá la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).
- *Definición del Alcance:* desarrollar un enunciado del alcance del proyecto detallado como base para futuras decisiones del proyecto.
- *Crear EDT:* subdividir los principales productos entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.
- *Verificación del Alcance:* formalizar la aceptación de los productos entregables completados del proyecto.
- *Control del Alcance:* controlar los cambios en el alcance del proyecto.

La figura 3 muestra una descripción general de los procesos de Gestión del Alcance del Proyecto.

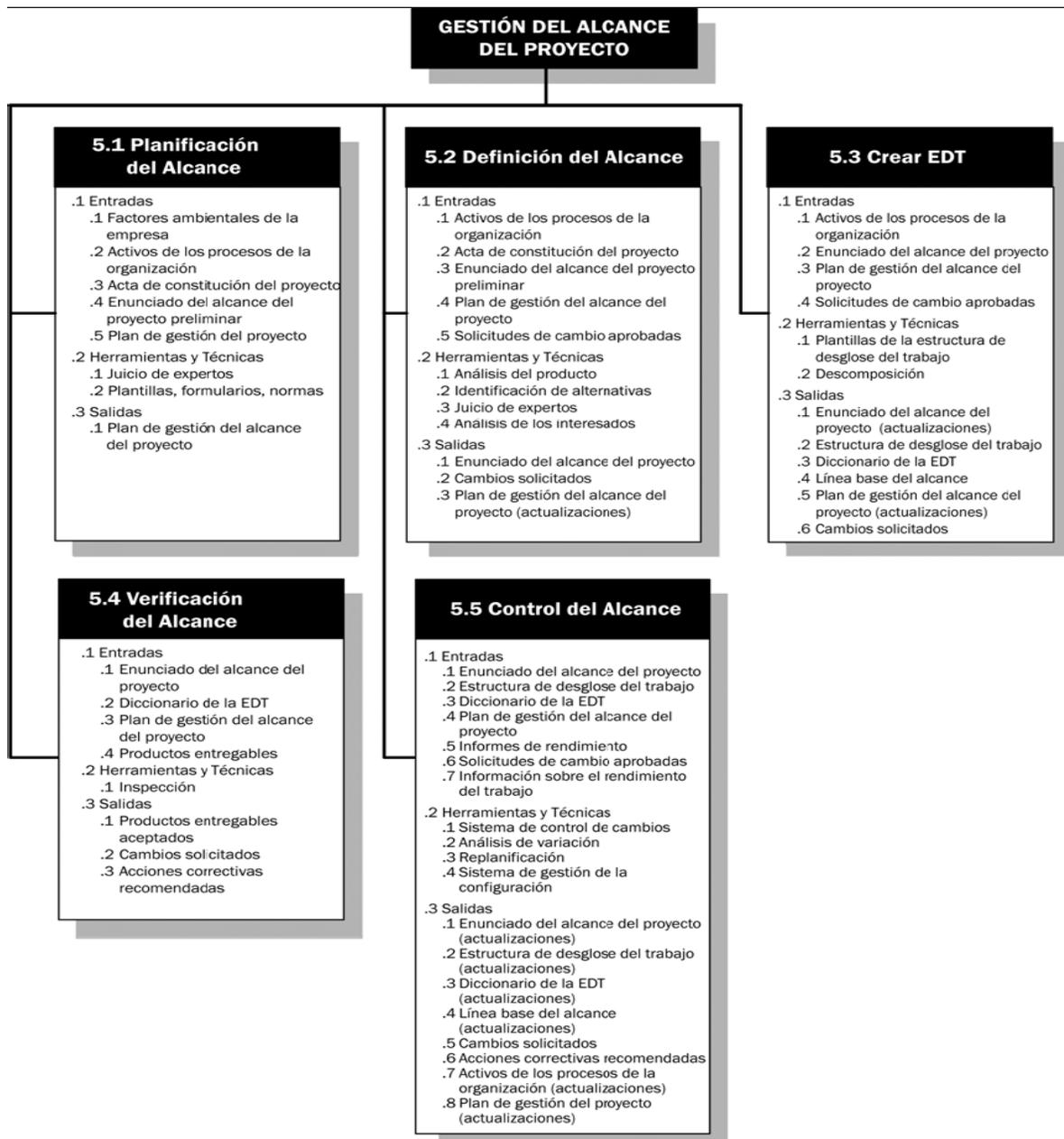


Figura 3. Descripción General de la Gestión del Alcance del Proyecto
Fuente: PMI, 2004, p. 105.

II.4.2.2 Gestión del Tiempo del Proyecto

Describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Definición de las Actividades, Establecimiento de la Secuencia de las Actividades, Estimación de Recursos de



las Actividades, Estimación de la Duración de las Actividades, Desarrollo del Cronograma y Control del Cronograma.

- *Definición de las Actividades:* identifica las actividades específicas del cronograma que deben ser realizadas para producir los diferentes productos entregables del proyecto.
- *Establecimiento de la Secuencia de las Actividades:* identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma.
- *Estimación de Recursos de las Actividades:* estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.
- *Estimación de la Duración de las Actividades:* estima la cantidad de períodos laborables que serán necesarios para completar cada actividad del cronograma.
- *Desarrollo del Cronograma:* analiza las secuencias de las actividades, la duración de las actividades, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.
- *Control del Cronograma:* controla los cambios del cronograma del proyecto.

La figura 4 muestra una descripción general de los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto.

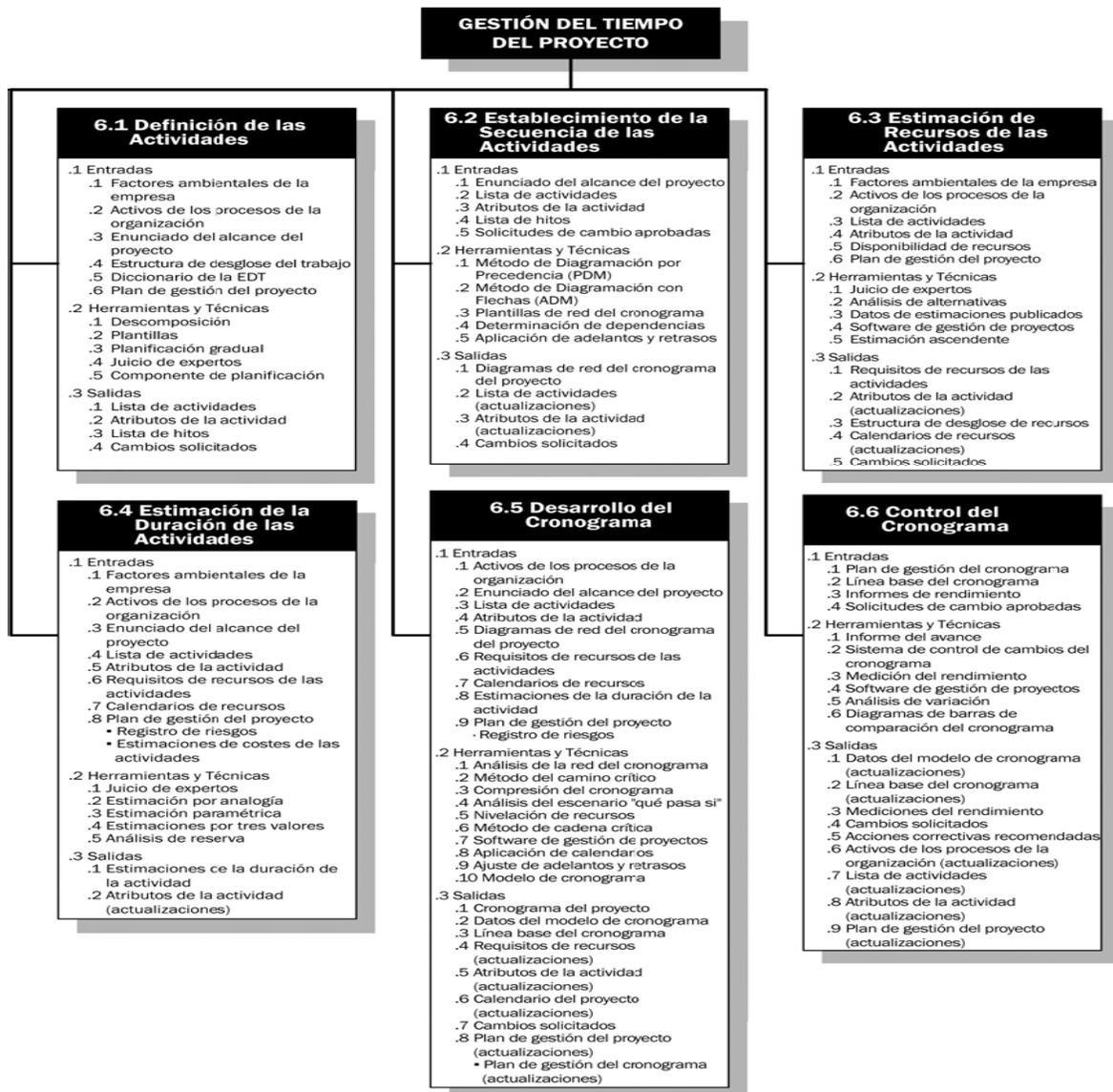


Figura 4. Descripción General de la Gestión del Tiempo del Proyecto
Fuente: PMI, 2004, p. 125.

II.4.2.3 Gestión de los Costes del Proyecto.

Describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Estimación de Costes, Preparación del Presupuesto de Costes y Control de Costes.

- *Estimación de Costes*: desarrollar una aproximación de los costes de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.



- *Preparación del Presupuesto de Costes*: sumar los costes estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de coste.
- *Control de Costes*: influir sobre los factores que crean variaciones del coste y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto.

La Figura 5 muestra una descripción general de los tres procesos involucrados en la Gestión de los Costes del Proyecto, con sus entradas, herramientas y técnicas y sus salidas.

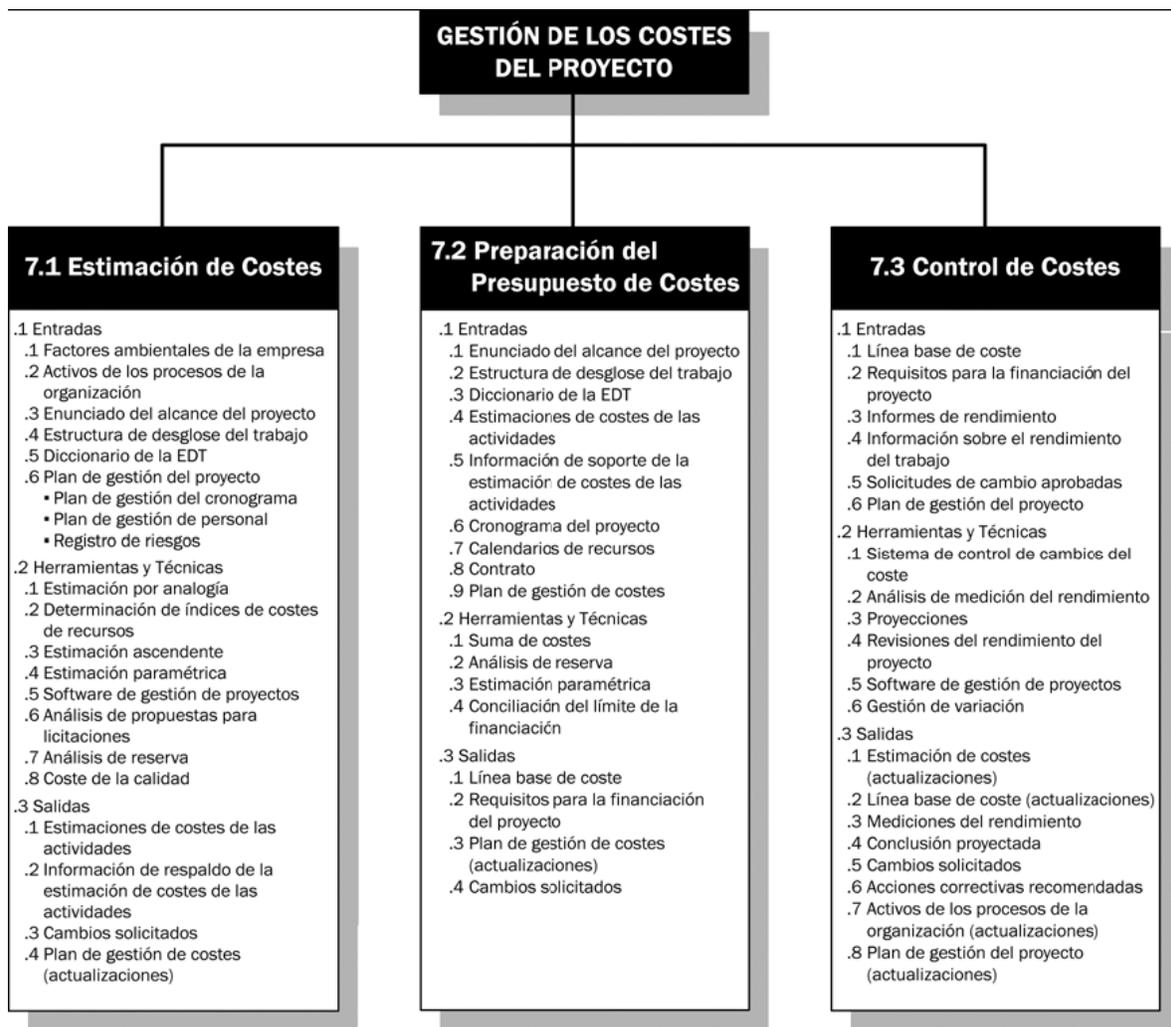


Figura 5. Descripción General de la Gestión de los Costes del Proyecto
Fuente: PMI, 2004, p. 159.



II.4.3 Lineamientos Técnicos Generales sobre el Diseño, Construcción y Dotación de Laboratorios

Respecto a los laboratorios se realizaron consideraciones sobre su definición, clasificación, especificaciones y requisitos de diseño, regulaciones y normativas aplicables para satisfacer las exigencias planteadas.

Una vez conceptualizado lo relacionado a los Planes de Gestión objeto de la presente investigación, es pertinente ubicarse en el contexto técnico de lo que se desea desarrollar como producto final del proyecto estudiado, para ello se inicia con la definición de “laboratorio”, luego se muestran los requerimientos especiales y las normas que se deben cumplir para lograr el objetivo propuesto por el grupo Saint-Gobain que permita asegurar y certificar la calidad de sus productos, procesos y servicios, a obtener en la planta de Sinterización de Bauxita que se construye en Puerto Ordaz, acorde con exigencias nacionales, internacionales y políticas internas del grupo promotor.

Frecuentemente se dice que cuando se puede medir aquello de lo que se está hablando y expresarlo en números, se sabe algo de ello; pero cuando no puede expresarse en números, su conocimiento es pobre y de una calidad poco satisfactoria. Extendiendo esta idea al ámbito de todos los productos y servicios que se conocen, sean elementos de uso intermedio o final, se puede decir que si se ensayan los productos y servicios que se ofrecen, se ha dado un paso muy importante en el aseguramiento de calidad, se puede hablar con fundamento del desempeño del producto y se tiene una buena base para decidir si se necesita ajustar el diseño o mejorar el proceso de producción.

No cabe duda de la importancia del laboratorio como observador objetivo del producto que en él se investiga, desarrolla, supervisa y analiza, así como de coadyuvante a la creciente competitividad de las empresas en el sector industrial en cualquier parte del mundo. Es por ello, que como parte de una economía cada vez más globalizada y tendiente al crecimiento en el que se encuentra el mercado



petrolero, Saint-Gobain ha incorporado desde hace muchos años el concepto de calidad integral (procesos, productos y servicios) en sus objetivos corporativos y considera como tácito, en cada proyecto que emprende, la asignación de recursos dirigidos a la creación de centros de investigación, desarrollo y seguimiento de sus procesos productos y servicios. Esto se evidencia en el caso del proyecto de instalación de la Planta Proppants Venezuela, C.A. y su laboratorio.

Ø Definición de Laboratorio

Según la Wikipedia, (www.wikipedia.org),:

“Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Su importancia, sea en investigaciones o a escala industrial y en cualquiera de sus especialidades (química, dimensional, electricidad, biología, etc.) radica en el hecho de que las condiciones ambientales están controladas y normalizadas, de modo que:

Se puede asegurar que no se producen influencias extrañas (a las conocidas o previstas) que alteren el resultado del experimento o medición: *Control*.

Se garantiza que el experimento o medición es repetible, es decir, cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado: *Normalización*.”

Ø Clasificación de Laboratorios

De acuerdo a Hamilton (2005), los laboratorios industriales se clasifican en dos grandes categorías: Laboratorios Secos y Laboratorios Húmedos, ello dependiendo del tipo de análisis que mayormente se hacen en él, sin embargo, considerando la especialidad del servicio o rama de la industria a que se dedique el laboratorio, la Wikipedia (www.wikipedia.org), muestra la siguiente clasificación:

1. “Laboratorio de metrología.

En este laboratorio se aplica la ciencia que tiene por objeto el estudio de las unidades y de las medidas de las magnitudes; define también las exigencias técnicas de los métodos e instrumentos de medida. Los laboratorios de metrología se clasifican jerárquicamente de acuerdo a la calidad de sus patrones. Aunque las estructuras pueden variar en cada país, por regla general existen tres niveles:



- *Laboratorio nacional:* es el que posee el patrón nacional primario y los nacionales de transferencia (los empleados realmente para evitar el desgaste del primario).
- *Laboratorio intermedio:* típicamente son laboratorios de Universidades, Centros de Investigación y similares.
- *Laboratorio industrial:* en las propias instalaciones de la empresa, para la realización del control de calidad o el ensayo de prototipos.

Las condiciones serán tanto más estrictas cuanto más alto el nivel del laboratorio. En cualquiera de los niveles, los laboratorios se pueden clasificar en función de la naturaleza de las mediciones realizadas: metrología dimensional, metrología eléctrica, ensayo de materiales, etc.

2. *Laboratorio clínico.*

El Laboratorio clínico es el lugar donde se realizan análisis clínicos que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud.

3. Laboratorio de usabilidad.

En este laboratorio se estudia el comportamiento de los usuarios ante aplicaciones informáticas, como por ejemplo una página Web. Para ello existen diferentes salas para que los expertos observen a los usuarios. Por lo tanto se estudia la usabilidad de las páginas Web.

4. *Laboratorios científicos.*

Prácticamente todas las ramas de las ciencias naturales se desarrollan y progresan gracias a los resultados que se obtienen en sus laboratorios. Así, existen una gran variedad de laboratorios: biología, química, zoología, física, metalúrgica, mecánica, electricidad, hidráulica, etc. La mayoría de los laboratorios industriales se ubican en una de estas ramas o combinaciones de ellas.”

En el caso del laboratorio a crear en Proppants Venezuela, se trata de un laboratorio para realizar ensayos combinados de las áreas físico-químico-metalúrgica donde además predominan los ensayos secos.

Dependiendo del tipo de análisis a realizar, se seleccionan los equipos y materiales especiales de uso en cada laboratorio. La experiencia y la necesidad en cada área dirige la selección de los materiales y equipos adecuados.

El laboratorio caso de estudio dispondrá de insumos y equipos para realizar ensayos especializados de resistencia a la compresión, tamaño micrométrico de



partículas, análisis químicos especiales, análisis granulométricos, calcinación y sinterización de minerales, molienda de simulación, gravedad específica, turbidez, densidad específica, entre otros. Todos ellos circunscritos en las exigencias de la Norma *ISO 13503-2:2006. Petroleum and natural gas industries- Completion fluids and materials. Part 2. Measurement of properties of proppants used in hydraulic fracturing and gravel-packing operations.* [Industrias de petróleo y gas natural – líquidos y materiales terminados. Parte 2. Medición de características del proppants usado en operaciones de fracturación hidráulica y empackado de gravas].

La especificación y selección de insumos y equipos, rangos de operación, definición de métodos de ensayo, etc, para la planificación del laboratorio a crear contó, adicionalmente, con apoyo de expertos de los laboratorios existentes en otras plantas del mismo negocio en el mundo (Estados Unidos y China) y se consideró entrenamiento al personal en instalaciones existentes en el exterior . En función de estos requerimientos se adecuaron las facilidades de diseño en espacios y servicios, considerando además, lineamientos de organismos especializados como la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.)

Ø Consideraciones para Diseño de Laboratorios:

Según la Organización Mundial de la Salud (2005), en las características de diseño de los laboratorios debe considerarse lo siguiente:

- “Se dispondrá de espacio suficiente para realizar el trabajo de laboratorio en condiciones de seguridad, limpieza y buen mantenimiento.
- Las paredes, los techos y los suelos serán lisos, fáciles de limpiar, impermeables a los líquidos y resistentes a los productos químicos y desinfectantes normalmente utilizados en el laboratorio. Los suelos serán antideslizantes.
- Las superficies de trabajo serán impermeables y resistentes a desinfectantes, ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y calor moderado.
- La iluminación será adecuada para todas las actividades. Se evitarán los reflejos y brillos molestos.
- El mobiliario debe ser robusto y debe quedar espacio entre mesas, armarios y otros muebles, así como debajo de los mismos, a fin de facilitar la limpieza.



- Habrá espacio suficiente para guardar los artículos de uso inmediato, evitando así su acumulación desordenada sobre las mesas de trabajo y en los pasillos. También debe preverse espacio para el almacenamiento a largo plazo, convenientemente situado fuera de las zonas de trabajo.
- Se preverán espacio e instalaciones para la manipulación y el almacenamiento seguros de disolventes, material radiactivo y gases comprimidos y licuados.
- Los locales para guardar la ropa de calle y los objetos personales se encontrarán fuera de las zonas de trabajo del laboratorio.
- Los locales para comer y beber y para descansar se dispondrán fuera de las zonas de trabajo del laboratorio.
- En cada sala del laboratorio habrá lavabos, a ser posible con agua corriente, instalados de preferencia cerca de la salida.
- Las puertas irán provistas de mirillas y estarán debidamente protegidas contra el fuego; de preferencia se cerrarán automáticamente.
- Los sistemas de seguridad deben comprender medios de protección contra incendios y emergencias eléctricas, así como duchas para casos de urgencia y medios para el lavado de los ojos.
- Hay que prever locales o salas de primeros auxilios, convenientemente equipados y fácilmente accesibles.
- Cuando se planifique una nueva instalación, habrá que prever un sistema mecánico de ventilación que introduzca aire del exterior sin recirculación. Cuando no se disponga de ventilación mecánica, las ventanas deberán poder abrirse y, a ser posible, estarán provistas de mosquiteras.
- Es indispensable contar con un suministro regular de agua de buena calidad. No debe haber ninguna conexión entre las conducciones de agua destinada al laboratorio y las del agua de bebida. El sistema de abastecimiento público de agua estará protegido contra el reflujo por un dispositivo adecuado.
- Debe disponerse de un suministro de electricidad seguro y de suficiente capacidad, así como de un sistema de iluminación de emergencia que permita salir del laboratorio en condiciones de seguridad. Conviene contar con un grupo electrógeno de reserva para alimentar el equipo esencial (estufas, CSB, congeladores, entre otros).
- Es esencial un suministro fiable y adecuado de gas. La instalación debe ser objeto del debido mantenimiento.
- Tanto los laboratorios como sus dependencias de servicios a veces son objeto de actos de vandalismo. Hay que prever sistemas de protección física y contra incendios. Cabe mejorar la seguridad reforzando las puertas, protegiendo las ventanas y limitando el número de llaves en circulación. Se podrán estudiar y aplicar otras medidas, según proceda, para incrementar la seguridad.”

Además, se establecen las siguientes condiciones normalizadas para su diseño:



- *Temperatura:* La temperatura ambiente normal es de 30 °C, variando las tolerancias en función del tipo de medición o experimento a realizar. Además, las variaciones de la temperatura (dentro del intervalo de tolerancia) han de ser suaves, por ejemplo en laboratorios de metrología dimensional, se limita a 2 °C/h (siendo el intervalo de tolerancia de 4 °C).
- *Humedad:* Usualmente conviene que la humedad sea la menor posible porque acelera la oxidación de los instrumentos (comúnmente de acero); sin embargo, para lograr la habitabilidad del laboratorio no puede ser menor del 50%.
- *Presión atmosférica:* La presión atmosférica normalizada suele ser, en laboratorios industriales, ligeramente superior a la externa (25 Pa) para evitar la entrada de aire sucio de las zonas de producción al abrir las puertas de acceso.
- *Alimentación eléctrica:* Las variaciones de la tensión de la red deben limitarse cuando se realizan medidas eléctricas que pueden verse alteradas por la variación de la tensión de entrada en los aparatos. Todos los laboratorios deben tener un sistema eléctrico de emergencia, diferenciado de la red eléctrica normal, donde van enchufados aparatos como congeladores, neveras, incubadores, etc. para evitar problemas en caso de apagones.
- *Polvo:* Se controla, por ejemplo, en laboratorios de interferometría ya que la presencia de polvo modifica el comportamiento de la luz al atravesar el aire. En los laboratorios de Metrología Dimensional el polvo afecta la medición de espesores en distintas piezas.
- *Vibración y Ruido:* Al margen de la incomodidad que supone su presencia para investigadores y técnicos de laboratorio, pueden falsear mediciones realizadas por procedimientos mecánicos. Es el caso, por ejemplo, de las Máquinas de medir por coordenadas.”

Otros factores a considerar para garantizar trazabilidad y confiabilidad de resultados y deben estar claros desde la etapa creación de los laboratorios son:

- *Personal:* capacitación constante de los analistas.
- *Instrumentos Analíticos:* mantenimiento y calibración periódica de estos. La calibración es realmente una actividad propia de la metodología ya que se debe conseguir que los instrumentos estén en perfectas condiciones para efectuar aquellas mediciones para los cuales han sido diseñados y construidos.
- *Utilización de Materiales de Referencia y Estándares Certificados:* es este uno de los principales puntos a considerar en la metrología química, ya que medir implica una comparación, o serie de comparaciones. Esto significa que se deben comparar los resultados de las muestras con el material de referencia debidamente certificados por organismos competentes.



- *Diseño del Laboratorio:* el diseño del laboratorio debe ser tal, que en cada área se cumpla una función específica. Las áreas deben estar diseñadas de tal manera que no se produzcan interferencias entre las distintas tareas y, no haya posibilidad de contaminación cruzada. El laboratorio debe contar con áreas separadas para la recepción de muestras, procesamiento de las muestras (lo que incluye la preparación de la muestra y todas las etapas de extracción) y lectura instrumental.
- *Control del Medio Ambiente:* la calidad del ambiente puede afectar el rendimiento del personal, de los equipos y, por lo tanto el desempeño del propio laboratorio.
- *Pureza de reactivos.*
- *Selección y validación de las metodologías analíticas.”*

Ahora bien, otro aspecto importante considerado para la planificación de la creación del laboratorio referido en la presente investigación es el cumplimiento de patrones internacionales de certificación y aseguramiento de la calidad.

Según Bozunovsky (<http://www.alimentación.enfasis.com/interior/index.php>) la investigación científica debemos entenderla, en sentido amplio, no sólo como la actividad propia de los científicos formales, sino como “*research*”, o sea, como el proceso de averiguación activa, diligente y sistemática dirigida a descubrir, interpretar y revisar hechos. Podemos encontrar laboratorios en la industria, en escuelas, en universidades, en el gobierno, en ámbitos militares, en barcos y en el espacio. Hay laboratorios fijos y móviles. Algunos cuentan con una sola persona y otros con equipos de treinta o más integrantes. Los laboratorios de empresas o los independientes, son poderosos *órganos de los sentidos*, que informan acerca de una innumerable cantidad de propiedades y comportamientos que no podríamos evaluar sin su ayuda.

A medida que crece la objetividad en las evaluaciones que se realizan, crece el rol del laboratorio, quien tiene la última palabra para decidir técnicamente si un producto cumple o no con determinado ensayo o medición.

Para construir y dotar un laboratorio que asegure y certifique la calidad en las diferentes etapas del proceso productivo y esté alineado técnicamente al requerimiento físico-químico-metalúrgico que involucra la fabricación de



Proppants, se consideró, además de las directrices del grupo Saint-Gobain en esta materia, los lineamientos indicados en las siguientes mejores prácticas:

- *Hamilton Project Planning Guide for Laboratory Furniture & Equipment*. [Guía Hamilton de Planificación de Proyectos para Muebles y Equipos de Laboratorio].
- Manual de Bioseguridad de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S).
- ISO 13503-2:2006. *Petroleum and natural gas industries-Completion fluids and materials. Part 2. Measurement of properties of proppants used in hydraulic fracturing and gravel-packing operations*. [Industrias de petróleo y gas natural – líquidos y materiales terminados. Parte 2. Medición de características del proppants usado en operaciones de fracturación hidráulica y empaçado de gravas].
- ISO 17025:2005. Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración.

II.5 Bases Legales de la Investigación

El marco legal que rige la investigación que se llevó a cabo, está conformado por la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo, la Convención Colectiva para los Trabajadores de la Industria de la Construcción (CCTIC), el Manual de Contratación de Servicios de Consultoría de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines (MCSSIAPA-C.I.V) y algunas Normas COVENIN de carácter obligatorio.

En Primer término, la *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2005)*, en el Título I- Disposiciones fundamentales-, en su artículo 1, indica que el decreto tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de ciencia, tecnología e innovación, establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, organizar el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, definir los lineamientos que orientarán las políticas y estrategias para la actividad



científica tecnológica y de innovación, con la implantación de mecanismos institucionales y operativos, para la promoción, estímulo y fomento de la investigación científica, la apropiación social del conocimiento y la transferencia e innovación tecnológica a fin de fomentar la capacidad para la generación, uso y circulación del conocimiento y de impulsar el desarrollo nacional.

De igual manera, el artículo 3 señala que forman parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, las instituciones públicas o privadas que generen o desarrollen conocimientos científicos y tecnológicos y procesos de innovación, y las personas que se dediquen a la planificación, administración, ejecución y aplicación de actividades que posibiliten la vinculación efectiva entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Visto de esta forma, éste Decreto Ley establece mecanismos que promocionan, estimulan y fomentan la investigación y la manera como aplicarla a la relación ciencia, tecnología y sociedad.

En segundo término, rige la *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo (LOPCYMAT)* ya que durante la Construcción del Laboratorio, se deben seguir las normas y lineamientos aquí señalados para garantizar a los trabajadores y trabajadoras, condiciones de seguridad, salud y bienestar en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales, mediante la promoción del trabajo seguro y saludable, la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, la reparación integral del daño sufrido y la promoción e incentivo al desarrollo de programas para la recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.

En tercer término se consideró aplicable la *Convención Colectiva para los Trabajadores de la Industria de la Construcción (CCTIC) vigente* y el *Manual de Contratación de Servicios de Consultoría de Ingeniería, Arquitectura y Profesionales Afines del C.I.V.* En relación a la mencionada Convención Colectiva, las normas allí contenidas son aplicadas en todo el territorio nacional a todas las actividades relacionadas al área de la construcción en general y los preceptos



sobre las condiciones de trabajo regulan las relaciones individuales de trabajo entre los empleadores, por una parte, y, por la otra, sus trabajadores. Asimismo, regulan derechos y deberes del cónyuge, el (la) concubino(a) de los trabajadores y sus familiares en los supuestos de hecho que tales preceptos los incluyan. Las disposiciones referidas a los derechos y obligaciones de los interlocutores sociales reglamentan las relaciones entre las Cámaras y/o los Empleadores de un lado, y, del otro, las Organizaciones Sindicales, según el caso.

En lo que respecta al Manual de Contratación de Servicios de Consultoría de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines, este es aplicable en todo su contexto ya que tiene por objeto orientar al Profesional Consultor en ejercicio individual y a las Empresas de Consultoría, así como a los usuarios, en la definición y la determinación de los costos derivados de la prestación de servicios profesionales. Siendo la Consultoría una actividad estratégica para el país, se debe incentivar su capacitación y desarrollo, además de garantizarle su estabilidad y permanencia en el mercado.

Finalmente, las siguientes Normas COVENIN obligatorias fueron consideradas aplicables:

Compendio de Normas COVENIN-MINDUR de Edificaciones. 2004:1998. Este conjunto de Normas regulan los aspectos técnicos, los códigos de mejores prácticas, los criterios normalizados, las acciones en áreas específicas y la terminología aplicable en materia de construcción en el país.

COVENIN 823-2:1997. Sistema de Protección Contra Incendio en Edificaciones por Construir. Parte II. Industrial. Esta norma establece los requisitos mínimos de protección contra incendio que han de cumplirse en edificaciones de uso industrial construidas y por construir.

COVENIN 187:1992. Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad. Esta norma establece los colores, símbolos y dimensiones de las señales de seguridad con el objeto de prevenir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de emergencias. Es aplicable a todos los lugares de trabajo así como en áreas residenciales, públicos, turísticos y recreacionales.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se establece la forma como se llevó a cabo el desarrollo del trabajo, se indica la modalidad y tipo de investigación realizada, las fases que se siguieron para cubrir la misma, se identificó la unidad de análisis que conformó el estudio. Además se describen las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Dentro de este marco, se especifican las técnicas que se usaron para el análisis de la data recopilada y se argumenta lo que se esperaba del estudio.

III.1 Modalidad de la Investigación

El estudio que nos ocupa es una *investigación aplicada* concebida bajo la modalidad de *proyecto factible*, cuyo objetivo fue “Elaborar un Plan de Proyecto para la Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en la empresa Proppants Venezuela, C.A.” Esta buscó la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos a fin de cumplir con una necesidad tecnológica del proceso productivo y la filosofía de atención a sus clientes, tanto internos como externos, establecida por la empresa. Se tomó la decisión de optar por esta modalidad de investigación, debido a que conceptualmente es la que más se adaptó al conjunto de actividades que se realizaron en el proceso investigativo y a los objetivos finales de la investigación. Todo esto inferido por lo dicho por UPEL (2006), “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social” (p. 7).

De la misma manera, Balestrini (2002), hace referencia a esta modalidad de investigación citando: “... Este tipo de estudio prospectivo, en el caso de los estudios



sociales, sustentados en un modelo operativo, de una unidad de acción están orientadas a proporcionar respuestas o soluciones a problemas planteados en una determinada realidad: Organizacional, social, económica, educativa, etc” (p.8).

En este orden de ideas, la investigación atendió:

- Una *realidad Organizacional* cuando a través de la construcción y dotación de un laboratorio, se pretende garantizar y certificar la calidad de las materias primas, procesos y productos terminados que se manejarán y fabricarán en la empresa.
- Una *realidad Social* debido a que con esta facilidad técnica se establecen vínculos con sectores externos a la organización como lo son las empresas petroleras nacionales e internacionales, pues, este tipo de instalaciones permiten desarrollar y gestionar proyectos de calidad en conjunto, generando beneficios tangibles a la comunidad industrial en general.
- Una *realidad Económica*: Con la construcción y dotación del laboratorio se sustentan las bases para cubrir las exigencias de calidad que permitirán mantener satisfechos los clientes y preservar e incrementar la participación en el mercado de los productos que se fabricarán en este ramo industrial.

Por consiguiente, analizados los conceptos anteriores, la investigación resultó ser del tipo *aplicada* concebida bajo la modalidad de *proyecto factible*.

III.2 Diseño de la investigación

Este estudio se ubicó en un tipo de diseño de investigación no experimental, ya que no se pretendió manipular ninguna de las variables involucradas en el estudio a través de la creación de situaciones que alteraran su funcionamiento. La escogencia de este tipo de diseño se basó en lo descrito por, Hernández (2003), quien define dichos estudios como “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y



en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (p.269). A su vez dentro de este tipo de diseño de investigación no experimental se encuentra una sub clasificación (transeccional y longitudinal), para tales efectos, este estudio se ubicó dentro del tipo de diseño en una investigación no experimental transeccional , pues, se recolectaron datos en un solo momento y en un tiempo único. Su propósito fué describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado . Cabe considerar por otra parte, que los tipos de investigación transeccionales presentan una categorización: exploratorios, descriptivos, correlacionales causales. Por consiguiente, el que se adaptó al estudio realizado es el exploratorio debido a que el propósito de estos diseños es comenzar a conocer una comunidad, un contexto, un evento, una situación, una variable o un conjunto de variables; que en efecto es lo que se logró hacer en este estudio; conocer los detalles necesarios para Construir y Dotar un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en una empresa, luego de haber estudiado los requerimientos técnicos y organizacionales así como la documentación que rige esta materia.

III.3 Fases de la Investigación

Atendiendo a los objetivos específicos mencionados en el capítulo anterior, se describen el conjunto de actividades que permitieron, luego de su ejecución, el logro de los mismos, contribuyendo esto a la obtención del objetivo general. Estas fases y actividades se mencionan a continuación por orden de ejecución:

- **1ra. Fase: Diagnostico de Necesidades Empresariales**

- Conocer información detallada del proceso productivo a desarrollarse en la empresa Proppants Venezuela, C.A. Esto sirvió para ubicar las necesidades específicas relacionadas al área de Investigación, Desarrollo y Análisis que estarán ligadas con actividades del Laboratorio a construir y dotar.



- ù Identificar las materias primas y sus requerimientos individuales de análisis y verificación.
- ù Identificar los puntos de control de procesos necesarios para garantizar la calidad durante la fabricación.
- ù Identificar los productos a fabricar con sus respectivos requerimientos de aseguramiento y certificación de calidad.
- ù Identificar inter-relaciones con clientes y visualización de exigencias de estos en materia de cambios tecnológicos y soportes requeridos.

2da. Fase: Diagnóstico de Soporte Técnico

- ù Revisar documentación escrita y electrónica que permitió identificar los aspectos técnicos manejados en otras empresas del grupo Saint-Gobain donde se desarrollan procesos similares y realizar análisis comparativos para definir las necesidades de construcción y dotación de manera más confiable.
- ù Reconocer las Normas de Calidad a aplicar y los acuerdos voluntarios que en la relación cliente proveedor puedan generarse.
- ù Ubicar información escrita y electrónica sobre las normas que rigen la construcción, dotación y suministro de servicios para estas instalaciones específicas.

• 3ra. Fase: Definir Construcción y Dotación

- ù Determinar requerimientos específicos y plantear resultados posibles.
- ù Seleccionar aspectos técnicos aplicables y emitir propuesta.
- ù Generar planificación considerando las variables Alcance, Tiempo y Costo para la construcción y dotación del laboratorio propuesto respetando las directrices de la organización.
- ù Someter a consideración de expertos en el área de tecnología, de las empresas del grupo que manejan procesos similares las decisiones tomadas para aprobación y generación del plan final.



III.4 Unidad de Análisis

Para describir el inicio de este apartado, se tomó como referencia lo conceptualizado por Hernández (2003), quien define unidad de análisis como. "... personas, contextos, eventos, sucesos, comunidades, etcétera, de análisis; sobre el (la) cual se habrán de recolectar datos..." (p.302). Con lo cual se pudo definir, que la Unidad de Análisis para este estudio estuvo formada por las Gerencias de Tecnología y Desarrollo de otras empresas del grupo de empresas Saint-Gobain de las cuales se obtuvo información referente a su estructura organizacional, funcional y operativa que mostraron lineamientos organizacionales y técnicos que soportaron la realización de esta investigación. Por otra parte, se consideraron los lineamientos generados de la revisión bibliográfica tanto metodológica como técnica que fueron analizadas para desarrollar la investigación.

III.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos se tomaron en consideración las fuentes de información como tal. Al respecto, se plantea que existen muchas formas de conseguir información, pero hay una sola manera de clasificarlas: en fuentes primarias y fuentes secundarias. Las fuentes primarias que son aquellas adquiridas de primera mano y se obtienen directamente de la realidad, son las más usuales en los diseños de trabajo de campo y proyectos factibles. Las técnicas utilizadas para su recolección son: la observación científica y la encuesta oral y escrita. Las fuentes secundarias son aquellas donde la información es tomada de otros autores, se refiere a documentos, textos, tesis, revistas, boletines informativos, entre otros.

De igual manera existen, técnicas e instrumentos de recolección de datos, que son aplicados para cada una de los tipos de fuentes consultadas. En relación a esto, Pérez (2004), argumenta que:



“La técnica es el procedimiento y el instrumento es la herramienta que utiliza el investigador para registrar y organizar posteriormente la información. La técnica es el método (la encuesta y la observación) y los instrumentos permiten al investigador obtener y recabar datos acerca de las variables de estudio (el cuestionario, las fichas, el cuaderno de campo, grabadoras, cámaras fotográficas, entre otros)” (p.67).

Como se mencionó anteriormente en este mismo capítulo, el tipo de investigación realizada se enmarcó dentro de lo que se denomina *investigación aplicada* concebida bajo la modalidad de *proyecto factible*, recordando que el diseño de trabajo de campo parte de fuentes de información primaria, la información documental bibliográfica surge de fuentes secundarias y los proyectos factibles se apoyan en alguno de estos dos diseños.

Basándose en lo antes expuesto, se decidió utilizar las técnicas e instrumentos de recolección de información señaladas en la tabla 1:

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Item	Fuentes Primarias	Fuentes Secundarias
Técnica de Recolección de información	La Observación: <ul style="list-style-type: none">• No estructurada• No participante La entrevista: <ul style="list-style-type: none">• No estructurada	Arqueo bibliográfico
Instrumento utilizado para localizar la Información	Grabador. Cuaderno de notas. Cámara fotográfica Computador	Libros, textos, tesis, documentos, manuales, folletos, especificaciones técnicas, Normas Nacionales e Internacionales

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de información
Fuente: Elaboración Propia basado en Pérez (2004: 38).



III.6 Técnicas para Análisis de Datos

Partiendo de que las técnicas y fuentes de datos utilizadas para el levantamiento de la información, generaron datos cualitativos, pues, se aplicó la observación, la entrevista no estructurada y el arqueo bibliográfico, se realizaron un conjunto de actividades que permitieron su análisis, entre ellas se cuentan:

- a) Revisar el material: consistió en revisar los datos preparados en forma adecuada para el análisis, esto es, organizarlos y clasificarlos por un criterio lógico.
- b) Codificar los datos en Primer Plano: involucró la codificación de los datos para tener una descripción más completa de éstos, resumirlos, eliminar información irrelevante, realizar análisis cuantitativo y generar mayor sentido de entendimiento del material analizado.
- c) Codificar los datos en Segundo Plano: se identificaron las diferencias y similitudes entre categorías utilizando la comparación constante, solo que aquí no se equipararon unidades sino categorías. La codificación de los datos en un segundo plano implicó ir refinando la codificación e involucró la interpretación del significado de las categorías obtenidas en el primer nivel.
- d) Interpretar los datos: en esta etapa se dio sentido a las descripciones de cada categoría conjuntamente con su significado, la frecuencia con la que aparece la categoría en los materiales analizados y las relaciones entre las categorías donde se especificaron las vinculaciones, nexos y asociaciones entre ellas.

A continuación se presenta la tabla 2 que resume las técnicas de análisis utilizadas dependiendo de la técnica de levantamiento de información y tipo del dato recogido.



RELACIÓN ENTRE TIPO DE DATOS, TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Técnica de Levantamiento de Información	Tipo de Dato	Técnica de Análisis de Información
Observación Entrevista Arqueo Bibliográfico	Cualitativo	<ul style="list-style-type: none">• Revisar Material• Codificar datos en Primer Plano.• Codificar datos en Segundo Plano.• Interpretar los datos

Tabla 2: Relación entre tipo de datos, técnicas de levantamiento y análisis de la información
Fuente: Elaboración Propia, basado en Pérez (2004: 38).

III.7 Resultados Esperados

Para mencionar los resultados o las consecuencias que traería la propuesta si se desea implementar, basta con responder las siguientes interrogantes: ¿Qué se espera tenga la Organización?, ¿En que podría mejorar la organización si aceptan la propuesta?, ¿Qué beneficios traerá la implementación de la propuesta?

Para dar respuesta a esas interrogantes, se comenzó por indicar lo que se espera tenga la organización:

- ü Se espera que la empresa Proppants Venezuela, C.A, cuente con un Laboratorio que cubra los requerimientos funcionales y técnicos para garantizar y certificar la calidad de las materias primas, los procesos, los productos y los servicios post-venta requeridos por los materiales cerámicos *Proppants* para que estos sean aplicados exitosamente en los procesos de perforación y explotación de gas y petróleo que utilizan como principio de operación la técnica de fracturación hidráulica.
- ü Disponer, en las facilidades instaladas en Puerto Ordaz, de equipos para investigación y análisis normalizados internacionalmente y puedan servir de



apoyo al mejoramiento continuo de la industria petrolera nacional e internacional.

- ü Contar con instalaciones alternativas que faciliten el intercambio tecnológico entre las diferentes empresas del ramo de materiales cerámicos del grupo Saint-Gobain.

Dentro de este orden de ideas, si la organización aprueba la propuesta esta podría mejorarla en aspectos tales como.

- ü Tener la certeza que las materias primas, procesos, productos y servicios manejados y prestados por la empresa, cumplen los requisitos de calidad que satisfagan y superen las necesidades de los clientes.
- ü Cumplir las normativas nacionales e internacionales que exigen procesos y servicios tan estratégicos para las economías de los países petroleros como lo es el aprovechamiento de este recurso natural no renovable y obtener mayor participación en los mercados de este ramo.
- ü Realizar una gestión social al disponer de instalaciones idóneas donde estudiantes, profesionales, empresas similares y la comunidad en general pueda conocer y, de ser posible, disponer controladamente de estas facilidades que serán únicas en el país y contribuirán al aprendizaje y desarrollo tecnológico a corto plazo.
- ü Proyectar la participación de la empresa privada en el desarrollo y aporte tecnológico sustentable en el país.

Visto de esta forma, la implementación de la propuesta traerá consigo:

- ü Confianza en la fabricación nacional de productos cerámicos *Proppants* bajo lineamientos de calidad internacional que participarán en mercados competitivos internos o globales en iguales condiciones en cuanto a calidad y desarrollo tecnológico.
- ü Sustitución de importaciones de materiales cerámicos para la industria petrolera nacional en un segmento de mercado que ha estado destinado



exclusivamente a proveedores extranjeros de esta línea de productos que cumplen normativas internacionales en materia de calidad.

- ü Generación de divisas al país al fabricar productos de calidad certificada para exportar a mercados internacionales.
- ü Apertura de nuevos espacios para la investigación y desarrollo en el ámbito de la industria de materiales cerámicos para aplicaciones petroleras, sector éste completamente nuevo en el país.
- ü Aporte social al generar nuevas fuentes de trabajo especializado en la región.

CAPÍTULO IV

PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de un Plan de Proyecto para la Construcción y Dotación del Laboratorio objeto de la presente investigación, cubrió las áreas de conocimiento de Alcance, Tiempo y Costo. Ello ameritó el ordenamiento y definición de las partes constitutivas de cada área de conocimiento en función del proyecto en cuestión, tal como se presenta en este capítulo, considerando:

El Plan de Gestión del Alcance del proyecto que incluyó los aspectos necesarios para definir: el alcance del proyecto, el enunciado del alcance, la Estructura de Desglose de Trabajo y la verificación y control del alcance.

El Plan de Gestión del Tiempo del proyecto que indica cómo se realizó la definición de las actividades, se estableció la secuencia de las mismas, se estimaron los recursos para cumplirlas y su duración, se desarrolló el cronograma del proyecto y se estableció su control.

Finalmente, el Plan de Gestión de Costos del proyecto que consideró la forma cómo se realizó la estimación de los costes del proyecto, la preparación del presupuesto de costes y el control de los mismos.

IV.1 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO:

Esta herramienta de planificación permitió conocer cómo definir el alcance del proyecto, desarrollar el enunciado del alcance del proyecto, definir y desarrollar la Estructura de Desglose de Trabajo y finalmente verificar y controlar el alcance del proyecto. A continuación se describen de manera general estos aspectos, considerando que el proyecto de Construcción y Dotación del Laboratorio aquí planteado, se encuentra enmarcado dentro del proyecto global de construcción de la planta Proppants Venezuela, C.A.



Para definir *el alcance* de este proyecto se consideraron los siguientes requerimientos específicos:

- *Materias Primas a analizar*: Requerimientos de calidad y normas técnicas aplicables. Ello permitió establecer recursos, espacios, equipos, insumos y servicios necesarios para verificar, certificar y asegurar la calidad de las mismas. (ver anexo 1).
- *Procesos Productivos Involucrados*: entradas y salidas pertenecientes a cada etapa del proceso (trituración, calcinación, molienda, conformado, separación, sinterización y tamizado final). Facilitó conocer las características a evaluar, controlar, verificar, asegurar y certificar así como las normas técnicas asociadas para establecer recursos, espacios, equipos, insumos y servicios necesarios. (ver anexo 1)
- *Productos Terminados*: Gama global de productos a fabricar con sus requerimientos técnicos, normas aplicables y características a evaluar, controlar, verificar, asegurar y certificar para establecer recursos, espacios, equipos, insumos y servicios necesarios. (ver anexo 1).
- *Actividades de Investigación y Desarrollo*: Conocimiento de las diferentes actividades asociadas al desarrollo constante y adecuación de nuevas tecnologías en el proceso de fabricación de los productos *Proppants*. Esto incluyó pruebas piloto, cambios de formulación, avances tecnológicos, etc para definir claramente los espacios, equipos, insumos y servicios que permitan cumplir este objetivo. (ver anexo 1)

Para cubrir los aspectos señalados se tomó como referencia las experiencias que en los ámbitos operativo y técnico tiene el grupo de empresas Saint-Gobain en los laboratorios instalados en sus plantas de Arkansas (Estados Unidos) y Guanhan (China) donde se desarrollan procesos similares al que se instalará en Venezuela. La consulta a expertos y el apoyo que el equipo humano de estas plantas realizó, fue de vital importancia para cubrir todas las necesidades, validar experiencias, aprovechar las lecciones aprendidas y mejorar en lo posible los requerimientos de este nuevo proyecto.



El *Enunciado del Alcance* de este proyecto contempló todo lo relacionado a la construcción civil de la edificación, suministro de mobiliario, equipos, insumos y servicios generales necesarios para el funcionamiento adecuado y bajo normas técnicas de calidad y seguridad establecidas en este tipo de instalaciones. Para ello se tomó como referencia las experiencias que en el ámbito de ingeniería y conocimiento técnico tiene el grupo de empresas Saint-Gobain en los laboratorios instalados en sus plantas de Arkansas (Estados Unidos) y Guanghan (China) donde, como ya se mencionó, se desarrollan procesos similares al que se instalará en Venezuela.

La *Estructura de Desglose de Trabajo* correspondiente a este proyecto se estableció considerando como actividades principales las relacionadas a la construcción y la dotación del laboratorio de la siguiente manera:

- *Construcción*: suministro de planos, ejecución de obras civiles, eléctricas, servicios de aguas blancas, aguas negras, gases, aire, comunicación, informática, seguridad, etc.

Por políticas internas del Grupo Saint-Gobain, este tipo de trabajos se realiza bajo la modalidad de IPC (Ingeniería, Procura y Construcción)

Dotación: selección, cotización, adquisición e instalación de mobiliario, equipos e insumos.

Por políticas del grupo Saint-Gobain, este tipo de dotación se realiza con el personal de la organización por razones de confidencialidad y confiabilidad técnica. Para ello se contó con el apoyo del personal de las planta de Arkansas (Estados Unidos) y Guanhan (China) así como de las Gerencias de Tecnología y Compras de Proppants Venezuela, C.A. que fue previamente entrenada.

La *Verificación y Control del Alcance* del proyecto lo realizó el Gerente del Proyecto en conjunto con el Coordinador de Construcción y el Gerente de Tecnología. Estos últimos han sido los responsables de verificar y controlar lo relacionado a los asuntos técnicos de construcción y dotación respectivamente.



La aceptación final fue validada por personal técnico del laboratorio de la planta de *Proppants* de Arkansas.

IV.2 PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO

El Plan de Gestión del Tiempo del Proyecto involucra los procesos necesarios para que el proyecto se concluya en el tiempo estipulado. Para el logro de este objetivo se cumplieron las etapas de definición de actividades, establecimiento de la secuencia de actividades, estimación de recursos de las actividades, desarrollo del cronograma y control del mismo.

La *Definición de las Actividades* del proyecto permitió identificar completamente las diferentes actividades a realizar para construir y dotar el laboratorio objeto de esta investigación. Para ello se tomó como referencia principal la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) correspondiente al proyecto, previamente presentada. De igual manera, la experiencia de la Gerencia de Ingeniería del grupo de empresas Saint-Gobain, sirvió como soporte para definir las actividades inherentes a este proyecto. Finalmente, se generó una lista que incluye todas las actividades que deben ser planificadas para luego ser desarrolladas en el proyecto.

Una vez definidas las actividades y generada la respectiva lista, se procedió a *Establecer la Secuencia de dichas Actividades* que conllevó a identificar y establecer las relaciones lógicas entre las actividades que son reflejadas en un diagrama de red del cronograma de proyecto. Para mostrar este orden lógico se utilizó la herramienta de la Diagramación por Precedencia con sus dependencias final-inicio, final-final, inicio-inicio, inicio-fin.

Conocidas las actividades y su secuencia, se pudo entonces *Estimar los Recursos Necesarios para cumplir las mencionadas Actividades*. Aquí se consideraron las personas y equipos necesarios, detallando que cantidad de cada recurso se utilizó. Se generó un listado detallado de dichos recursos. En este caso se dio preferencia a la utilización de los recursos disponibles en las otras etapas de construcción del proyecto de la empresa Proppants, pues, como ya se ha



mencionado, el Laboratorio objeto de esta investigación, forma parte integral del proyecto de construcción general de la empresa. Así, se aprovechó la experiencia, el conocimiento y la contratación de mayores volúmenes de obra para lograr mejores precios, especialmente en lo relacionado a la construcción (civil, eléctrica, mecánica, instrumentación, servicios)

En cuanto a la dotación de mobiliario, equipos e insumos estos aparecen detallados en el alcance del proyecto y su cotización y procura fueron programados en el tiempo, considerando las variables y limitaciones que actualmente imponen los trámites de importación en el país. Las procuras locales fueron igualmente evaluadas.

Disponibles la información compilada en las etapas anteriores, se estuvo en capacidad de *Estimar la Duración de las Actividades*. Este proceso permitió que se estimara la cantidad de esfuerzo de trabajo necesario para completar las actividades que fueron reflejadas en el cronograma de Construcción y Dotación del Laboratorio, considerando la cantidad de períodos laborables necesarios para completar cada actividad. En este proyecto se estimó la duración de las actividades utilizando el juicio de expertos y la estimación por analogía ya que la actualización de los datos estaban disponibles en otras etapas del proyecto de construcción de la empresa *Proppants* así como en experiencias previas de proyectos similares pertenecientes a otras ramas de negocios del grupo Saint-Gobain.

Finalmente, se *Desarrolló el Cronograma del Proyecto* determinando las fechas de inicio y fin de cada actividad. Estas fueron reflejadas en una Carta Gant desarrollada con la utilización del Microsoft Project que muestra la línea base y el camino crítico de las actividades a desarrollar en el proyecto.

Se propuso realizar el *Control del Cronograma* a través de la presentación y aprobación de evaluaciones parciales e informes de seguimiento que se comparan con la línea base de Seguimiento generada a partir del uso de una “Curva S” previamente elaborada.



IV.3 PLAN DE GESTIÓN DE LOS COSTES DEL PROYECTO

La gestión de los costes del proyecto considera los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de tal forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto establecido y aprobado.

La *Estimación de Costes del Proyecto* se realizó considerando la mejor aproximación posible de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Para ello, se visualizaron condiciones de mercado nacional e internacional, apoyando estos con información histórica de construcción y dotación de instalaciones similares realizadas en otras plantas del grupo Saint-Gobain, así mismo, se utilizaron cotizaciones referenciales de proveedores de equipos e insumos que suministran habitualmente la planta de Arkansas - EEUU (estimación por analogía). En relación a los costes de construcción se implementaron las políticas de estimación de costes propias de la organización según modalidad global de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) empleadas en otras áreas del proyecto general de la planta Proppants Venezuela, C.A. Adicionalmente, se consideraron los mismos proveedores para aprovechar su conocimiento técnico y las condiciones de contratación por mayores volúmenes de obra, obteniendo mejores precios y confiabilidad en la calidad y responsabilidad en la entrega de los productos finales.

En general, como guía de información para soportar los requerimientos detallados para este propósito se utilizó la información generada en la Gestión de Alcance de este proyecto, la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) previamente desarrollada y los detalles técnicos considerados en la gestión del tiempo del proyecto donde estaban involucrados los recursos necesarios (personal y equipos) y los riesgos de las asunciones realizadas para la utilización de dichos recursos.

La *Preparación del Presupuesto de Costes* para este proyecto, se realizó sumando los costes de las diferentes actividades del cronograma para establecer



una línea base de coste total a fin de poder medir el rendimiento del proyecto y lograr la aprobación final de los recursos financieros para la ejecución del mismo. Al igual que para la estimación antes mencionada, se utilizó el enunciado del alcance del proyecto, la EDT, el cronograma del proyecto y la definición de recursos necesarios para soportar y apoyar la preparación de dicho presupuesto.

Debido a que no se tenían totalmente especificados y detallados los riesgos globales del proyecto, se consideró una *Reserva para Contingencias* que cubre, entre otras cosas, cambios no planificados pero potencialmente necesarios que pueden resultar durante el desarrollo del proyecto. Esta reserva fue de 12% del coste total obtenido en el presupuesto del proyecto y no formó parte de la línea base de coste del mismo pero fué incluida en el presupuesto global. Así mismo, no se distribuyó como presupuesto y por ende no formó parte del sistema de control de costes.

Se propuso realizar el *Control de Costes del Proyecto* utilizando como referencia la línea base de costos del proyecto que se compara con el avance real del mismo. Dicho avance se avala con evaluaciones parciales e informes de seguimiento que reflejan el desembolso monetario por períodos semanales. El acumulado semanal de estos fondos se presentó en una curva comparativa de Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS) que permite mantener un seguimiento referencial para medir e informar el rendimiento del proyecto. La gráfica resultante de estos flujos fue una “Curva S” de costes, que se introdujo con el objetivo de aplicar la metodología del Valor Ganado para el Control del Avance del Proyecto. Este método considera la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente de la EDT durante un período de tiempo determinado. Para el caso investigado, como ya se mencionó, los períodos de evaluación son semanales.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LOS PLANES DE GESTIÓN DEL ALCANCE, TIEMPO Y COSTES DEL PROYECTO

El presente capítulo contiene el desarrollo integral de los objetivos específicos de la investigación planteada: “Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis en la empresa Proppants Venezuela. C.A”. Logrando, además, consolidar el objetivo general de la misma. Cada Plan de Gestión se presenta de manera independiente y se soporta con la información contenida en los capítulos anteriores. Así se tiene:

El Plan de Gestión del Alcance considera una definición integral donde se detallan los objetivos y las entregas del proyecto, las características del producto del proyecto, el alcance general de las obras a ser ejecutadas (construcción) y las adquisiciones necesarias para el proyecto (dotación: mobiliario, equipos e insumos). El cierre de este Plan lo constituye la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). *El Plan de Gestión del Tiempo* contiene el detalle, definición, secuencia, estimación de recursos y estimación de duración de las actividades necesarias para la ejecución del proyecto. El cierre de este plan contiene la presentación del cronograma de ejecución (Carta Gant) y las herramientas de seguimiento y control del tiempo (curva S). *El Plan de Gestión de los Costes* involucra la estimación de los costes relacionados a la construcción y dotación (mobiliario, equipos e insumos) del laboratorio objeto de esta investigación. Incluye los costes del personal técnico-administrativo participante en actividades de carácter tecnológico-confidencial, así como, una reserva de contingencia para cambios no planificados. El cierre del plan lo constituye un resumen de la estimación de costes del proyecto y el programa de seguimiento del costo presupuestado del trabajo planificado (BCWS) junto a su línea base de control (curva S).



V.1 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

La Gestión del Alcance de este Proyecto define claramente los aspectos globales del mismo y contiene, fundamentalmente, la información necesaria para acotar los límites y condiciones de construcción y dotación del Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.

V.1.1 Objetivos del Proyecto:

- Ø Estructurar la construcción y dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis ubicado en las instalaciones de la empresa Proppants Venezuela, C.A. Dicho laboratorio debe cumplir, en materia de construcción y dotación, con los estándares Nacionales e Internacionales para la validación de uso de materias primas, el aseguramiento de la calidad del proceso y la certificación de la calidad de los productos terminados que se manufacturarán en la mencionada empresa.
- Ø Establecer el cronograma de ejecución del proyecto, tolerando una desviación de dos (2) meses con respecto a la fecha de finalización planificada.
- Ø Distribuir el presupuesto asignado para la construcción y dotación de la obra de tal forma que no se presenten desviaciones mayores o menores al 10%. Considerar además de la estructura física, la dotación de equipos y mobiliario con la calidad y requisitos tecnológicos previstos, de acuerdo a las características físicas y funcionales propias de este tipo de instalación.

V.1.2 Entregas del Proyecto:

El proyecto tiene como entrega principal el Plan de Proyecto de un Laboratorio que ocupará un área de 98 m² aproximadamente. Este debe contener espacios de trabajo y facilidades (acometidas eléctricas e informáticas, agua potable, drenajes de aguas servidas, aire comprimido, gases de servicios, duchas de emergencia, sistemas de detección y extinción de incendios, aires acondicionados, entre otros)



para instalar y permitir el correcto funcionamiento de los equipos destinados a realizar análisis físicos y químicos, en su mayoría por vía seca, para investigar, desarrollar nuevos productos y simular procesos, así como, realizar los análisis de rutina de materias primas, procesos y productos terminados.

Se incluirán, además, espacios donde funcionarán una oficina destinada a la Supervisión o Coordinación del Laboratorio y un almacén de insumos, muestras testigo y repuestos de equipos.

El mobiliario estará constituido por mesones con gabinetes que cubran los espacios de análisis y permitan pasillos de al menos 1.20 m entre dichos mesones para cumplir normas de seguridad y operatividad de laboratorios.

Los equipos principales a comprar e instalar son, como mínimo, los recomendados según norma ISO 13503-2:2006 *“Petroleum and gas Industries – completion fluids and materials. Part 2. Measurement of properties of proppants used in hydraulic fracturing and gravel packing operations”*. [Industrias de petróleo y gas natural – líquidos y materiales terminados. Parte 2. Medición de características del proppants usado en operaciones de fracturación hidráulica y empacado de gravas].

Para análisis especiales (químicos, partículas, etc) se adquirirán los equipos recomendados por laboratorios similares que funcionan en otras empresas del Grupo Saint-Gobain para procesos estos procesos, igualmente, se consideran recomendaciones del laboratorio de Investigación y Desarrollo del mismo grupo ubicado en Stow-Ohio.

Esta entrega se subdivide en dos (2) etapas, la construcción de la obra civil y el suministro de mobiliario, equipos e insumos para asegurar la adecuada operatividad del laboratorio.

Ø Obra Civil:

Cotización de construcción civil y servicios según la modalidad IPC (Ingeniería, Procura y Construcción) cumpliendo con la legislación pertinente (LOPCYMAT, CCTIC, MCSCIAPA-C.I.V, Compendio de Normas COVENIN-MINDUR 2004:1998 de Edificaciones, Norma COVENIN 823-2:1997 y COVENIN 187:1992).



Este contrato comprende:

- Elaboración de planos: civiles, eléctricos, servicios de informática, aguas blancas, aguas negras, aire comprimido, gases de servicio – Helio, duchas de emergencia y sistemas de detección / extinción de incendios, aires acondicionados y señalización de rutas de evacuación y aspectos de seguridad básica.
- Suministro de materiales y mano de obra con todo lo necesario para construcción y/o instalación de:
 - a) Pisos, paredes, techos y puertas.
 - b) Cables, breakers, tuberías y accesorios para instalaciones eléctricas tanto de iluminación como de servicios (conexiones para equipos de laboratorio y oficina, aires acondicionados, etc). Incluye una red de servicio UPS (unidad de suministro ininterrumpido de energía).
 - c) Cables, centrales de distribución, tuberías y puntos de conexión para instalación de computadoras asignadas a los equipos y estaciones de trabajo para analistas y personal de oficina.
 - d) Tuberías de aguas blancas para suministro a equipos especiales y actividades de limpieza de rutina del laboratorio.
 - e) Tuberías de aguas negras para drenaje de aguas servidas desde los distintos puntos de lavado (fregaderos) y drenajes de equipos.
 - f) Fregaderos y puntos de suministro de aguas blancas y drenajes de aguas servidas.
 - g) Líneas de aire comprimido con puntos de suministro.
 - h) Líneas para suministro de Helio con su respectiva central de distribución y estación de control de presión.
 - i) Ducha de emergencia con lavajos incorporado.
 - j) Tuberías y accesorios para sistema de detección y extinción de incendios (dispositivos de detección de humo, conexión con sistema central de detección, instalación de sistemas de extinción manual – extintores de



incendio), instalación de puertas con manillas de emergencia. Lámparas de iluminación de emergencia.

- k) Señales preventivas de peligro e indicación de rutas de evacuación.
- l) Cualquier otro material y/o elemento requerido para cumplir requisitos técnicos o legales especificados para este tipo de instalaciones.

Obras civiles complementarias como vialidad, estacionamientos, instalaciones sanitarias, entre otras, no se incluyen en este proyecto porque ya existen como parte integral del proyecto general de la planta y son de uso común.

Ø Mobiliario, equipos e insumos para garantizar operatividad:

- **Mobiliario:**

Diseño, selección, cotización, suministro e instalación de mobiliario (mesones, gabinetes, estanterías, escritorios, etc) que incluya:

- a) Mesón central y mesones laterales con servicios de electricidad, agua y aire comprimido, distribuidos según requerimientos de equipos a ser instalados sobre dichos mesones.
- b) Gabinetes metálicos con puertas corredizas y gavetas superiores para facilitar almacenamiento de materiales e insumos.
- c) Tope de mesones en material resistente a la fricción y los esfuerzos físicos.
- d) Estanterías metálicas para uso como biblioteca y soporte guarda muestras (retención y análisis de rutina).
- e) Escritorios, computadoras, impresoras, teléfonos, aires acondicionados.
- f) Micro ondas, nevera, cafetera, filtros enfriadores de agua y botiquín de primeros auxilios.

- **Equipos:**

Selección, cotización, adquisición e instalación de equipos que permitan la confiable y oportuna operatividad del laboratorio según las normas



establecidas. Serán adquiridos e instalados por personal de Proppants Venezuela, C.A. Los mismos estarán considerados dentro de las partidas presupuestarias relacionadas a la ejecución del proyecto:

- a) Prensas de compresión manual e hidráulica (Resistencia a la compresión).
- b) Balanzas (analíticas, precisión y analógicas – diferentes capacidades).
- c) Turbidímetro (análisis de turbidez).
- d) Microscopio (análisis de forma – redondez y esfericidad).
- e) Pirómetro Infrarrojo (chequeo temperatura) con termocupla patrón para calibración de hornos.
- f) Horno de secado hasta 200 °C (análisis de humedad).
- g) Hornos de sinterización (1.700 °C) – Inv. y Desarrollo / Análisis de rutina.
- h) Analizador de partículas tipo Coulter con celdas vibratoras.
- i) Molino (preparación de muestras).
- j) Prensa fabricadora de tabletas (preparación de muestras).
- k) Spectrofotómetro de Rx (tipo IQ II / análisis químico).
- l) Tamizadoras tipo Rotap (análisis granulométricos).
- m) Juegos de tamices estandarizados ASTM (análisis granulométricos).
- n) Mezclador de alta revolución (simulación de proceso).
- o) Separadores de muestras (splitters).
- p) Cronómetros.
- q) Relojes.
- r) Medidores de densidad a granel.
- s) Medidores de gravedad específica.
- t) Stock mínimo de repuestos para asegurar la continuidad operativa de los equipos antes mencionados.

- **Insumos**

Los siguientes insumos serán adquiridos por Proppants Venezuela, C.A. para apoyar las actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis de rutina a efectuarse en el laboratorio referido en este proyecto. Estos son



considerados dentro de las partidas presupuestarias destinadas a la ejecución del proyecto:

- a) Bandejas refractarias de diferentes dimensiones (25x10x2.5 cm³, 20x5x2.5 cm³, 5x5x1.5 cm³).
- b) Bandejas de aluminio de diferentes dimensiones (25x25x5 cm³, 20x20x3 cm³, 15x10x2.5 cm³).
- c) Espátulas con mango de madera (dimensiones: 2 pulg, 4 pulg, 6 pulg.).
- d) Cilindros plásticos graduados (capacidades: 2 lts, 600 ml, 250 ml, 100 ml).
- e) Vasos plásticos de precipitado (capacidades: 1lt, 600 ml, 250 ml, 50 ml, 25 ml).
- f) Cucharillas de muestreo (capacidades; 1 Kg, ½ Kg, ¼ Kg).
- g) Jarras metálicas graduadas (capacidades: 2 lt, 1 lt, 500 ml).
- h) Martillo de goma
- i) Crisoles de porcelana (capacidades: 75 ml, 50 ml, 25 ml)
- j) Papel de pesaje
- j) Cápsulas metálicas para conformado de tabletas (análisis químico)
- k) Set limpiador para espejos: tela y soluciones – equipos especiales (analizador de partículas)
- l) Muestras patrón para calibración de equipos
- m) Recipientes plásticos para toma de muestras (capacidades: 1 lt, 500 ml)
- n) Cubetas plásticas de doble vía para disolución de muestras (capacidad: 25 ml y 40 ml)

V.I.3 Características del Producto del Proyecto:

Ø Ubicación del laboratorio:

El Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis objeto del presente proyecto, se ubicará en las instalaciones industriales de la empresa Proppants Venezuela, C.A, la cual se encuentra en construcción en la Zona Industrial Matanzas.



Parcelas 5030401 / 5030402. Calle el Pardillo. Av. Este – Oeste. Puerto Ordaz. Estado Bolívar. El Laboratorio se ubicará, específicamente, en terreno dispuesto para tal fin en la parte “Este” de la empresa, donde se inicia el proceso productivo, cerca de las áreas administrativas y del almacenamiento de materias primas. Alejado de las áreas de mayor generación de polvo de la planta para evitar daños a los equipos y contaminación de las áreas de análisis.

Ø Características del Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.

Las obras civiles y la instalación del mobiliario, requerido para la construcción y operatividad del Laboratorios de Investigación, Desarrollo y Análisis referido en el presente proyecto, deben cumplir con requerimientos de calidad, seguridad, higiene y ambiente regulado para este tipo de instalaciones. Para ello se considerarán los siguientes aspectos en construcción e instalación de mobiliario:

- Area aproximada:	98 m ²
-Tipo de acabado en paredes, techos y pisos.	De primera
- Pisos:	Concreto revestido de cerámica antirresbalante
- Paredes externas y divisiones internas:	Bloque con friso liso y acabado de primera. Cerámica de primera hasta cubrir altura de 1.20 m medido desde el nivel del piso.
-Techo:	Vigas y columnas en concreto. Placa con soporte Aliven, impermeabilizado y aislado con manto asfáltico aluminizado.



- Puertas principales:	Tipo antipánico con visores de vidrio en la mitad superior.
- Puertas de oficinas y ambientes internos:	Madera entaborada con cerraduras de seguridad.
- Aires Acondicionados:	Que permita mantener una temperatura de trabajo entre 20 – 24 °C.
-Instalaciones eléctricas:	Empotradas en tuberías tipo conduit diseñadas para tal fin. Cables de acuerdo a potencias requeridas para cada equipo. Unidad de Servicio Ininterrumpido de energía (UPS) que sirva a los equipos de uso continuo en el laboratorio, en caso de fallas eléctricas externas.
-Instalaciones de telefonía e informática:	Empotradas en tuberías tipo conduit diseñadas para estas aplicaciones.
-Tuberías de aguas blancas y servidas:	Empotradas a nivel de piso y pared, según sea requerido.
-Fregaderos:	Acero inoxidable
-Instalaciones para suministro de gas Helio:	Tuberías en Acero inoxidable con doble estación reguladora de presión. Estación de almacenamiento de gas Helio en área independiente a las correspondientes para análisis y trabajos de rutina.



-Ducha de emergencia con lavaojos incorporado:	Según normativa de seguridad vigente
-Sistema de detección y extinción de incêndios:	Según normativa de seguridad vigente
-Lámparas de iluminación de emergência:	Ubicadas estratégicamente para iluminar las salidas de emergencia y los equipos críticos de análisis.
-Señalización e identificación de riesgos y salidas de emergencia o rutas de evacuación:	Según normativa de seguridad vigente
-Separación entre mesones:	1.20 m mínimo
-Mesones, gabinetes y gavetas:	Mesones metálicos revestidos de pintura epóxica, resistente a la abrasión. Con dimensiones aprox. de 0.96 m de alto por 0.8 m de profundidad con disponibilidad de gabinetes con puertas corredizas y gavetas superiores con cerraduras de seguridad. Facilidades internas, en mesones, para suministro de electricidad, agua y aire comprimido. Tope de mesones en material resistente a la fricción y los esfuerzos físicos, preferiblemente tipo "Backelita" de al menos 2 cm de espesor. Color oscuro.
Biblioteca y estantes guarda muestras e insumos:	Construïdos en láminas metálicas resistentes a la abrasión y



combustión, con tamaños y divisiones acorde a los requerimientos de las áreas que los contendrán.

Condiciones ambientales

a) Temperatura mínima:	20 °C
b) Temperatura máxima:	24 °C
c) Temperatura media:	22 °C
d) Humedad relativa	70 %
e) Presión atmosférica	25 Pa

V.1.4 Alcance General de las Obras a ser Ejecutadas y las Adquisiciones Necesarias para el Proyecto:

Ø Alcance de los Trabajos y Adquisiciones:

Se construirá un laboratorio de 98 m², con espacios adecuados y el equipamiento necesario para permitir las actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis inherentes al proceso productivo que se llevará a cabo en la empresa Proppants Venezuela, C.A. Se considerarán las exigencias ergonómicas y las normativas de seguridad que rigen este tipo de edificaciones.

A continuación se señalan los trabajos a ejecutar y las adquisiciones involucradas para cumplir este objetivo:

- 1. Requerimientos de Construcción** (materiales y mano de obra) para el diseño, construcción civil, instalaciones eléctricas, informáticas, de servicios (aguas blancas, aguas servidas, aire comprimido, gases especiales),



señalización y adecuaciones de seguridad relacionadas con sistemas de detección y extinción de incendios, duchas y lámparas de emergencia y avisos o señalizaciones.

DETALLE DE REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	80	ml	Fundaciones en concreto y cabillas con resistencia de 250 Kg/cm ³
2	92	m ²	Pisos con base de concreto, revestido con cerámicas antirresbalantes
3	125	m ²	Paredes en bloque
4	98	m ²	Techo con placa tipo aliven
5	3	c/u	Puertas en madera entamborada con cerraduras de seguridad
6	380	ml	Cableado Eléctrico con tubos conduit
7	2	c/u	Tableros de distribución eléctrica
8	15	c/u	Breackers
9	38	c/u	Puntos eléctricos
10	12	c/u	Puntos de red
11	03	c/u	Puntos de teléfono
12	35	ml	Tuberías de aguas Blancas
13	04	c/u	Puntos de aguas blancas
14	40	ml	Tuberías de aguas negras
15	03	c/u	Fregaderos con llaves en A/I
16	04	c/u	Puntos de aguas negras
17	40	ml	Líneas de aire comprimido
18	50	ml	Lineas para suministro de Helio
19	01	c/u	Estación de suministro de Helio
20	01	c/u	Ducha de emergencia con lavaojos
21	140	ml	Tuberías y accesorios para sistema detección y extinción de incendios
22	02	c/u	Extintores manuales
23	08	c/u	Señales preventivas
24	02	c/u	Puertas de salida de emergencias

Tabla 3: Cantidad en metros o unidades requeridas para construcción y dotación de servicios del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A." Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia de Ingeniería de Proppants Venezuela, C.A. (2009)



2. Mobiliario :

Diseño, suministro e instalación de mobiliario adecuado a las labores a desarrollar. Incluye muebles y equipos de oficina, mesones, gabinetes, estanterías, aires acondicionados y otros accesorios según se indica a continuación:

DETALLE DE REQUERIMIENTOS DE MOBILIARIO

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	30	ml	Mesón central y mesones laterales con servicios de electricidad, agua y aire comprimido, distribuidos según requerimientos de equipos a ser instalados sobre dichos mesones. (0.8 m de ancho por 0.97 mts de alto)
2	40	ml	Gabinetes metálicos con puertas corredizas y gavetas superiores para facilitar almacenamiento de materiales e insumos. (ambas caras en mesón central)
3	30	ml	Tope de mesones en material resistente a la fricción y los esfuerzos físicos.
4	30	m ²	Estanterías metálicas para uso como biblioteca y soporte guarda muestras (retención y análisis de rutina).
5	04	c/u	Escritorios
6	08	c/u	Computadoras
7	03	c/u	Impresoras
8	04	c/u	Teléfonos
9	60.000	BTU	Aires Acondicionados
10	01	c/u	Micro ondas
11	01	c/u	Nevera
12	01	c/u	Cafetera
13	02	c/u	Filtros enfriadores de agua
14	01	c/u	Botiquín de primeros auxilios

Tabla 4: Resumen de mobiliario requerido para dotación del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"
Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia de Ingeniería de Proppants Venezuela, C.A. (2009).



3. Equipos:

Selección y adquisición de equipos para la ejecución oportuna y confiable de las actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis previstas en este laboratorio. Todos ellos siguiendo normativas relacionadas al ramo tecnológico involucrado.

DETALLE DE REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	01	c/u	Prensa de compresión manual (Resistencia a la compresión).
2	01	c/u	Prensas de compresión hidráulica (Resistencia a la compresión).
3	01	c/u	Balanza analítica. Cap. 500 grs
4	01	c/u	Balanza analítica. Cap. 200 grs
5	01	c/u	Balanza de precisión. Cap. 2.500 grs
6	02	c/u	Balanza de precisión. Cap. 4.500 grs
7	01	c/u	Balanza digital. Cap. 25 Kgs
8	01	c/u	Turbidímetro (análisis de turbidez).
9	01	c/u	Microscopio (análisis de forma – redondez y esfericidad).
10	01	c/u	Pirómetro Infrarrojo (chequeo temperatura) con termocupla patrón para calibración de hornos.
11	01	c/u	Horno de secado. Temperatura máxima 200 °C (análisis de humedad).
12	02	c/u	Hornos de sinterización. Temperatura máxima 1.700 °C. Ciclos programables.
13	01	c/u	Analizador de partículas tipo Coulter con celdas vibradoras.
14	02	c/u	Molino (preparación de muestras).
15	01	c/u	Prensa fabricadora de tabletas (preparación de muestras).
16	01	c/u	Spectrofotómetro de Rx (tipo IQ II / análisis químico).
17	03	c/u	Tamizadoras tipo Rotap (análisis granulométricos).
18	06	c/u	Juegos de tamices estandarizados ASTM (análisis granulométricos). Mallas #: 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 75, 100 y 325.

Continúa en página siguiente



19	01	c/u	Mezclador de alta revolución (simulación de proceso).
20	03	c/u	Separadores de muestras (splitters).
21	03	c/u	Cronómetros digitales
22	02	c/u	Relojes de pared
23	02	c/u	Medidores de densidad a granel.
24	06	c/u	Picnómetros. (Medidores de gravedad específica).
25			Stock mínimo de repuestos para asegurar la continuidad operativa de los equipos antes mencionados.

Tabla 5: Resumen de equipos a ser adquiridos e instalados para dotación del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"
Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia. de Tecnología y Desarrollo de Saint-Gobain (2009).

4. Insumos:

Selección y adquisición de insumos para cumplir actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis pautadas en el proyecto, según normativas que rigen esta materia.

DETALLE DE REQUERIMIENTOS DE INSUMOS

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 25x10x2.5 cm ³ .
2	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 20x5x2.5 cm ³ .
3	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 5x5x1.5 cm ³ .
4	15	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 25x25x5 cm ³ .
5	20	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 20x20x3 cm ³ .
6	10	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 15x10x2.5 cm ³ .
7	06	c/u	Espátulas con mango de madera (dimensiones: 2 pulg, 4 pulg, 6 pulg.).
8	24	c/u	Cilindros plásticos graduados (capacidades: 2 lts, 600 ml, 250 ml, 100 ml).

Continúa en página siguiente



9	24	c/u	Vasos plásticos de precipitado (capacidades: 1lt, 600 ml, 250 ml, 50 ml, 25 ml).
10	06	c/u	Cucharillas de muestreo (capacidades; 1 Kg, ½ Kg, ¼ Kg).
11	06	c/u	Jarras metálicas graduadas (capacidades: 2 lt, 1 lt, 500 ml).
12	02	c/u	Martillo de goma
13	48	c/u	Crisoles de porcelana (capacidades: 75 ml, 50 ml, 25 ml)
14	02	cajas	Papel de pesaje
15	4000	c/u	Cápsulas metálicas para conformado de tabletas (análisis químico)
16	06	c/u	Set limpiador para espejos: tela y soluciones – equipos especiales (analizador de partículas)
17	04	c/u	Muestras patrón para calibración de equipo analizador de partículas
18	2000	c/u	Recipientes plásticos para toma de muestras (capacidades: 1 lt, 500 ml)
19	500	c/u	Cubetas plásticas de doble vía para disolución de muestras (capacidad: 25 ml y 40 ml)
20	02	c/u	Porta detergente líquido
21	04	c/u	Porta servilletas (industrial)

Tabla 6: Resumen de insumos necesarios para dotación del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"

Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia. de Tecnología y Desarrollo de Saint-Gobain (2009).



V.I.5. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto

Definido el alcance del proyecto, se presenta a continuación la EDT del mismo. Esta se plantea de acuerdo a lo establecido en los lineamientos del PMI. El nivel de detalle considerado es suficiente para llevar un control del progreso al momento de la ejecución, permitiendo identificar cambios dentro del cronograma.

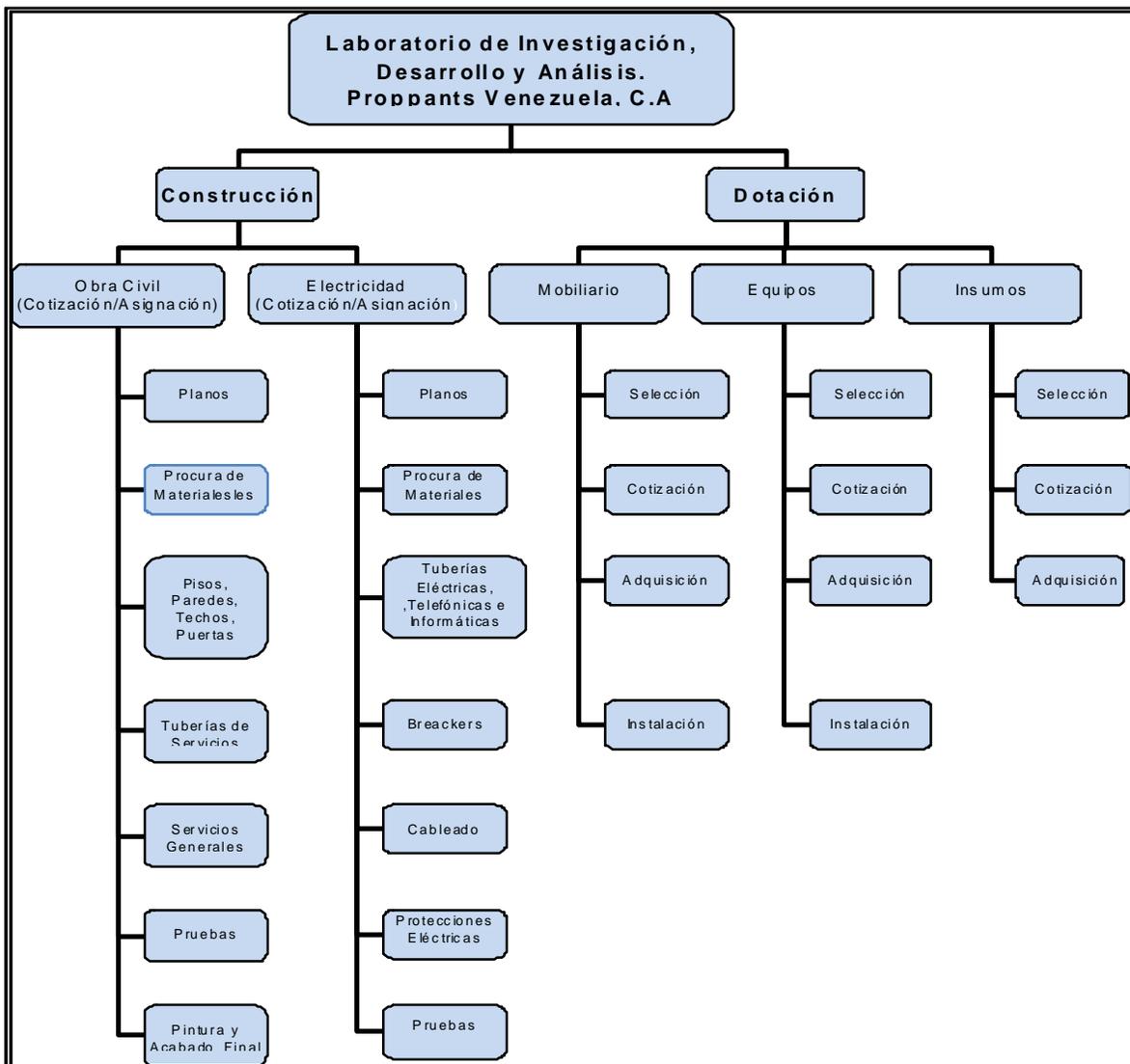


Figura 6: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto.
Fuente: Elaboración Propia (2009)



V.2 PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO

La Gestión del Tiempo considera los aspectos de interés para planificar el desarrollo del proyecto en un período razonable y contiene la información necesaria para la disposición programada de las actividades y recursos que permitirán la construcción y dotación del laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A. Su detalle se presenta a continuación:

V.2.1. Detalle y Definición de Actividades

Ø Lista de Actividades

- **Construcción**

- ü **Obra Civil:**

- § Planos
- § Procura de materiales
- § Pisos.
- § Paredes.
- § Techos.
- § Puertas
- § Tuberías/Servicios/Seguridad.
- § Pruebas
- § Pintura/Acabados finales.

- ü **Electricidad:**

- § Planos.
- § Procura de materiales
- § Tuberías
- § Breackers.
- § Cableado y accesorios (eléctrico, telefónico e informático)



- § Puntos Eléctricos e Iluminación.
- § Protecciones eléctricas
- § Pruebas

- **Dotación**

- ü Mobiliario:

- § Selección.
 - § Cotización.
 - § Adquisición.
 - § Instalación.

- ü Equipos:

- § Selección.
 - § Cotización.
 - § Adquisición.
 - § Instalación.

- ü Insumos:

- § Selección.
 - § Cotización.
 - § Adquisición.

Ø Definición de Actividades

- **Construcción:**

Esta actividad consiste en efectuar la licitación, selección y asignación de la obra civil y los servicios generales requeridos a la empresa que resulte favorecida con la buena pro, según la modalidad Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), para que sea ejecutado todo lo relacionado a la construcción civil, instalaciones eléctricas y servicios en general de acuerdo a normativa legal vigente.



La empresa favorecida deberá:

- Suministrar Planos detallados de: Construcción civil, Instalaciones eléctricas, aguas blancas, aguas negras, Aires Acondicionados y servicios informáticos, telefónicos, emergencias y seguridad.
- Comprar los Insumos, Bienes y Servicios en las mejores condiciones de oportunidad, calidad, costos, resguardo y especificaciones técnicas acordes con los requerimientos de este tipo de instalaciones. Todos estos insumos, bienes y servicios deben garantizar la construcción de paredes, pisos, techos, suministros eléctricos, servicios informáticos, telefónicos, emergencias y seguridad para dar operatividad práctica, ergonómica y de reglamentación legal a la instalación.
- Construir las instalaciones según planos presentados a Proppants y aprobados por ésta última.

- **Dotación**

Proppants Venezuela, C.A, realizará la selección, cotización, adquisición e instalación del mobiliario, equipos e insumos necesarios para el adecuado funcionamiento del laboratorio. En este aspecto, es muy importante respetar los parámetros técnicos y las exigencias de calidad pautadas por las normas Nacionales (COVENIN) e Internacionales (ISO).

Los sistemas de fijación de los equipos, que así lo ameriten, las conexiones especiales, las protecciones eléctricas y el aterramiento de éstos serán definidas, adquiridas e instaladas por Proppants Venezuela, C.A. bajo los lineamientos del personal técnico de la planta de Estados Unidos-Arkansas quienes con su experiencia en el área indicarán las pautas a seguir para una operación segura y confiable. Esta tarea es considerada de conocimiento tecnológico, por ello, es manejada como materia confidencial.



V.2.2 Establecimiento de la Secuencia de Actividades

El conjunto de actividades a realizar para cubrir el proyecto de Construcción y Dotación del Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A, así como la identificación de actividades precedentes para ejecutar una actividad en particular , se muestran en la siguiente tabla:

SECUENCIA DE ACTIVIDADES Y SUS PRECEDENCIAS

ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	PRECEDENCIA
1	Construcción	
1.1	Obras Civiles	
1.1.1	Generar y aprobar Planos de Construcción Civil y Servicios	-
1.1.2	Procurar materiales para construcción civil en general	1.1.1
1.1.3	Construir pisos, paredes y techos. Instalar puertas	1.1.1, 1.1.2
1.1.4	Instalar tuberías de servicios en general (aguas blancas, aguas negras, aire comprimido, gas helio, duchas de emergencia, sistemas de detección y extinción de incendios.)	1.1.3
1.1.5	Instalar servicios generales (fregaderos, tomas de agua de servicio para equipos especiales, duchas de emergencia, lavaojos, sistema de detección y extinción de incendios, estación de control de Helio y aducción a línea principal de aire comprimido existente en la planta, señalizaciones de seguridad).	1.1.4
1.1.6	Realizar pruebas generales	1.1.5
1.1.7	Pintar y dar acabados finales	1.1.6, 1.2.7, 2.1.4
1.2	Electricidad	
1.2.1	Generar y aprobar planos eléctricos (iluminación, aires acondicionados e instalación de equipos) y de servicios telefónicos e informáticos	1.1.1
1.2.2	Procurar materiales para instalaciones eléctricas, telefónicas e informáticas	1.2.1
1.2.3	Instalar tuberías eléctricas, telefónicas e informáticas	1.1.3, 1.2.2
1.2.4	Instalar Breackers principales y secundarios	1.2.3

Continúa en página siguiente



1.2.5	Instalar cableado eléctrico, telefónico e informático. Colocar accesorios necesarios para funcionamiento de equipos y servicios generales (iluminación, aires acondicionados, sistemas de detección y extinción de incendios, teléfonos, otros)	1.2.4
1.2.6	Instalar protecciones eléctricas (aterramientos, UPS)	1.2.5
1.2.7	Realizar pruebas de las instalaciones eléctricas y funcionamiento de protecciones.	1.2.6
2	Dotación	
2.1	Mobiliario	
2.1.1	Seleccionar el Mobiliario	1.1.1
2.1.2	Cotizar el Mobiliario	2.1.1
2.1.3	Procurar el Mobiliario	2.1.2
2.1.4	Instalar el Mobiliario	2.1.3
2.2	Equipos	
2.2.1	Seleccionar los equipos	-
2.2.2	Cotizar los equipos	2.2.1
2.2.3	Procurar los equipos	2.2.2
2.2.4	Instalar los equipos	2.2.3
2.3	Insumos	
2.3.1	Seleccionar los insumos	-
2.3.2	Cotizar los insumos	2.3.1
2.3.3	Procurar los insumos	2.3.2

Tabla 7. Resumen de actividades necesarias para desarrollar el proyecto. " Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A."
Fuente: Elaboración Propia (2009)



Una vez ordenadas en forma lógica para su ejecución, las actividades medulares del proyecto en estudio se representan en el diagrama por precedencias, tipo bloque, que se muestra en la figura 7.

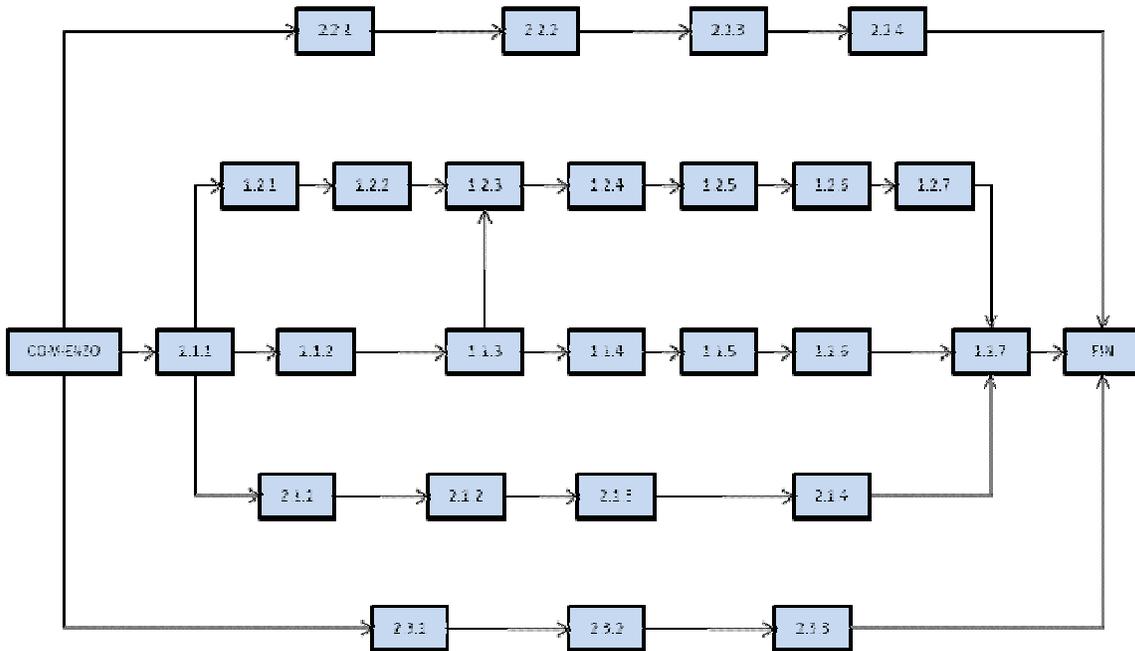


Figura 7. Diagrama por precedencias de actividades necesarias para desarrollar el proyecto. “ Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.”
Fuente: Elaboración Propia (2009)

V.2.3. Estimación de los Recursos de las Actividades

Utilizando la lista de actividades, previamente presentada para el proyecto, procederemos a estimar los recursos necesarios para desarrollarlas. En la tabla 8 se detallan los mismos:



ESTIMACIÓN DE RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	PERSONAL	EQUIPOS
1	Construcción		
1.1	Obras Civiles		
1.1.1	Generar y aprobar Planos de Construcción Civil y Servicios	01 Ing. Civil 01 Arquitecto 01 Experto Tecnológico 01 Topógrafo 01 Ing. Mecánico 01 Ing. Refrigeración 01 Tco. Seguridad Ind.	
1.1.2	Procurar materiales para construcción civil en general	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
1.1.3	Construir pisos, paredes y techos. Instalar puertas	01 Ing. Residente 01 Supervisor General 02 Supervisor de obra 03 Maestros de obra 01 Inspector de Seg. 09 Ayudantes. 03 Operadores Trompos 01 Operador de Grúa.	03 trompos mezcladores. 01 grúa KC10. 03 Kit de Construcción.
1.1.4	Instalar tuberías de servicios en general (aguas blancas, aguas negras, aire comprimido, gas helio, duchas de emergencia, sistemas de detección y extinción de incendios.)	01 Ing. Residente. 01 Supervisor General. 02 Supervisor de obra 01 Inspector de Seg. 03 Maestros de obra 09 ayudantes.	03 Kit plomería. 01 Kit construcción.

Continúa en página siguiente



1.1.5	Instalar servicios generales (fregaderos, tomas de agua de servicio para equipos especiales, duchas de emergencia, lavaojos, sistema de detección y extinción de incendios, estación de control de Helio y aducción a línea principal de aire comprimido existente en la planta, señalizaciones de seguridad).	01 Ing. Residente 01 Supervisor General 02 Supervisor de obra 01 Inspector de Seg. 03 Maestros de obra 09 Ayudantes	03 Kit plomería. 01 Kit construcción.
1.1.6	Realizar pruebas generales	01 Ing. Residente 01 Supervisor General 01 Supervisor de obra 01 Inspector de Seg. 03 Ayudantes	
1.1.7	Pintar y dar acabados finales	01 Ing. Residente 01 Arquitecto 01 Supervisor de obra 01 Supervisor General 01 Inspector de Seg. 06 Pintores 06 Ayudantes.	06 Kit pintura
1.2	Electricidad		
1.2.1	Generar y aprobar planos eléctricos (iluminación, aires acondicionados e instalación de equipos) y de servicios telefónicos e informáticos	02 Ing. Electricista 01 Ing. Refrigeración. 01 Ing. Informática. 01 Ing. Comunicaciones 01 Experto Tecnológico 01 Tco. Seg. Industrial.	
1.2.2	Procurar materiales para instalaciones eléctricas, telefónicas e informáticas	01 Comprador 03 Asistentes de compras	

Continúa en página siguiente



1.2.3	Instalar tuberías eléctricas, telefónicas e informáticas	01 Ing. Residente 01 Supervisor General 02 Supervisor de Obra 02 Maestros de Obra 06 Ayudantes.	03 Kit plomería. 01 Kit construcción.
1.2.4	Instalar breakers principales y secundarios	01 Ing. Residente 01 Ing. Electricista 01 Supervisor Gral 02 Supervisor de Obra 03 Tcos electricistas 06 Ayudantes.	03 Kit eléctrico
1.2.5	Instalar cableado eléctrico, telefónico e informático. Colocar accesorios necesarios para funcionamiento de equipos y servicios generales (iluminación, aires acondicionados, sistemas de detección y extinción de incendios, teléfonos, otros)	01 Ing. Residente 01 Supervisor Gral 02 Supervisor de Obra 02 Tcos comunicación 02 Tcos Informáticos 02 Tcos electricistas 01 Tco Seg. Industrial 06 Ayudantes.	03 Kit eléctrico. 01 Kit construcción.
1.2.6	Instalar protecciones eléctricas (aterramientos, UPS)	01 Ing. Residente. 01 Ing. Electricista 01 Supervisor Gral 01 Supervisor de Obra 03 Tcos electricistas 01 Tco Seg. Industrial 06 Ayudantes	03 Kit de construcción 03 Kit eléctrico
1.2.7	Realizar pruebas de las instalaciones eléctricas y funcionamiento de protecciones.	01 Ing. Residente. 01 Ing. Electricista 01 Supervisor Gral 02 Supervisor de Obra 03 Tcos electricistas 01 Tco Seg. Industrial 03 Ayudantes	03 Kit eléctrico
2	Dotación		
2.1	Mobiliario		

Continúa en página siguiente



2.1.1	Seleccionar el Mobiliario	01 Experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 01 Tco Químico 01 Tco. Seg. Ind.	
2.1.2	Cotizar el Mobiliario	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
2.1.3	Procurar el Mobiliario	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
2.1.4	Instalar el Mobiliario	01 Supervisor Gral. 02 Supervisor de obra 04 Instaladores 08 ayudantes	04 kit de instalación
2.2	Equipos		
2.2.1	Seleccionar los equipos	01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 01 Tco Químico 01 Tco. Seg. Ind.	
2.2.2	Cotizar los equipos	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
2.2.3	Procurar los equipos	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
2.2.4	Instalar los equipos	01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 04 Tco Químico 01 Tco. Seg. Industrial 01 Supervisor General. 04 ayudantes	04 Kit instalación
2.3	Insumos		
2.3.1	Seleccionar los insumos	01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 04 Tco. Químico 01 Tco. Seg. Industrial	

Continúa en página siguiente



2.3.2	Cotizar los insumos	01 Comprador 03 Asistentes de compras	
2.3.3	Procurar los insumos	01 Comprador 03 Asistentes de compras	

Tabla 8. Resumen de recursos necesarios para desarrollar el proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A."
Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcía. de Ingeniería de Proppants Venezuela, C.A. (2009).

V.2.4 Estimación de la Duración de las Actividades

La estimación de la duración de las actividades se realizó con el apoyo de personal especializado en cada área, tomando en cuenta las relaciones de dependencia entre ellas, los recursos disponibles y las restricciones existentes en cada caso. La tabla 9 muestra dicha estimación.

ESTIMACIÓN DE DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN (DIAS)
	CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN "LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS." PROPPANTS VENEZUELA, C.A.	
1	Construcción	
1.1	Obras Civiles	
1.1.1	Generar y aprobar Planos de Construcción Civil y Servicios	20
1.1.2	Procurar materiales para construcción civil en general	20
1.1.3	Construir pisos, paredes y techos. Instalar puertas	45
1.1.4	Instalar tuberías de servicios en general (aguas blancas, aguas negras, aire comprimido, gas helio, duchas de emergencia, sistemas de detección y extinción de incendios.)	15

Continúa en página siguiente



1.1.5	Instalar servicios generales (fregaderos, tomas de agua de servicio para equipos especiales, duchas de emergencia, lavajos, sistema de detección y extinción de incendios, estación de control de Helio y aducción a línea principal de aire comprimido existente en la planta, señalizaciones de seguridad).	15
1.1.6	Realizar pruebas generales	5
1.1.7	Pintar y dar acabados finales	6
1.2	Electricidad	
1.2.1	Generar y aprobar planos eléctricos (iluminación, aires acondicionados e instalación de equipos) y de servicios telefónicos e informáticos	20
1.2.2	Procurar materiales para instalaciones eléctricas, telefónicas e informáticas	30
1.2.3	Instalar tuberías eléctricas, telefónicas e informáticas	15
1.2.4	Instalar Breakers principales y secundarios	5
1.2.5	Instalar cableado eléctrico, telefónico e informático. Colocar accesorios necesarios para funcionamiento de equipos y servicios generales.	15
1.2.6	Instalar protecciones eléctricas (aterramientos, UPS)	10
1.2.7	Realizar pruebas de las instalaciones eléctricas y funcionamiento de protecciones.	3
2	Dotación	
2.1	Mobiliario	
2.1.1	Seleccionar el Mobiliario	20
2.1.2	Cotizar el Mobiliario	15
2.1.3	Procurar el Mobiliario	30
2.1.4	Instalar el Mobiliario	6
2.2	Equipos	
2.2.1	Seleccionar los equipos	20
2.2.2	Cotizar los equipos	20
2.2.3	Procurar los equipos	60
2.2.4	Instalar los equipos	20
2.3	Insumos	
2.3.1	Seleccionar los insumos	15
2.3.2	Cotizar los insumos	15
2.3.3	Procurar los insumos	30

Tabla 9. Resumen de duración de actividades para desarrollar el proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A."

Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia. de Ingeniería de Proppants Venezuela, C.A. (2009).



V.2.5 Desarrollo del Cronograma y Seguimiento del Proyecto

Una vez definidas las actividades, considerada su secuencia lógica y duración, se desarrolló el cronograma del proyecto presentado en Carta Gant que se muestra en la figura 8. Dicho cronograma indica que se estima concluir totalmente el proyecto en 138 días. Considerando cuidadosamente las actividades críticas del mismo (1.2.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7), representadas en color rojo en la Carta Gant antes mencionada.

Durante este período se realizarán actividades de seguimiento y control a través de inspecciones, evaluaciones parciales e informes de avance que serán comparados con la línea base obtenida aplicando la metodología de seguimiento según “Curva S”, mostrada en la figura 9, construída con los datos reportados en la tabla 10.

En caso de ser necesario, se considerará replanificar o sicerar el tiempo de aquellas actividades que así lo ameriten.



CARTA GANT DE PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 78)

Figura 8. Cronograma de planificación y seguimiento de actividades del Proyecto
“ Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants
Venezuela, C.A.”



CARTA GANT DE PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO
(continuación)

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 79)

Figura 8(cont). Cronograma de planificación y seguimiento de actividades del Proyecto. “Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.”



**PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE TIEMPO SEGÚN METODOLOGÍA APLICACIÓN
CURVA "S"
PROYECTO CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN,
DESARROLLO Y ANÁLISIS. PROPPANTS VENEZUELA, C.A**

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 80)

Tabla 10. Programa de seguimiento de tiempo para el proyecto . “Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A”



CURVA "S" LÍNEA BASE
PROYECTO "CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS. PROPPANTS VENEZUELA, C.A"

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 81)

Figura 9. Curva "S" para seguimiento de tiempo del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela C. A."



V.3 PLAN DE GESTIÓN DE LOS COSTES DEL PROYECTO

La Gestión de los Costes considera los procesos relacionados a la planificación y estimación de estos, de forma tal, que se genere y apruebe un presupuesto razonable y viable dentro del cual pueda realizarse el proyecto de Construcción y Dotación del Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A. Su detalle se presenta a continuación:

V.3.1 Estimación de Costes del Proyecto

Los costes del proyecto se estimaron considerando los costes asociados a requerimientos de construcción, mobiliario, equipos e insumos según lo detallado en las tablas N° 3, 4, 5 y 6 del capítulo de Alcance del Proyecto. Así mismo, se incluyeron los costes del personal Técnico y Administrativo perteneciente a la nómina del proyecto de la recién creada empresa Proppants Venezuela, C.A que participará en la definición, planificación y ejecución de actividades consideradas de carácter tecnológico-confidencial. A continuación detalles:

V.3.1.1 Costes de Requerimientos de Construcción

Bajo la modalidad IPC y cumpliendo la legislación vigente, se construirán 98 m² de edificación con acabados de primera con todos los detalles indicados en la tabla N° 3 del Alcance del Proyecto. Cada m² de esta construcción fue cotizado, incluyendo suministro de personal y materiales en su totalidad en 7.500 Bs F. El total en esta partida es entonces de 735.000 Bs F (Setecientos treinta y cinco mil bolívares fuertes).



V.3.1.2 Costes de Mobiliario

Diseño, suministro e instalación de mobiliario adecuado a las labores a desarrollar. Incluye muebles y equipos de oficina, mesones, gabinetes, estanterías, aires acondicionados y otros accesorios según se especifica en la tabla 11 mostrada a continuación:

DETALLE DE COSTES DE MOBILIARIO

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (Bs F)	COSTO TOTAL (Bs F)
1	30	ml	Mesón central y mesones laterales con servicios de electricidad, agua y aire comprimido, distribuidos según requerimientos de equipos a ser instalados sobre dichos mesones. (0.8 m de ancho por 0.97 mts de alto)	3.000	90.000
2	40	ml	Gabinetes metálicos con puertas corredizas y gavetas superiores para facilitar almacenamiento de materiales e insumos. (ambas caras en mesón central)	1.000	40.000
3	30	ml	Tope de mesones en material resistente a la fricción y los esfuerzos físicos.	1.500	45.000
4	30	m ²	Estanterías metálicas para uso como biblioteca y soporte guarda muestras (retención y análisis de rutina).	300	9.000
5	04	c/u	Escritorios	5.000	20.000
6	08	c/u	Computadoras	4.000	32.000
7	03	c/u	Impresoras	1.000	3.000
8	04	c/u	Teléfonos	500	2.000
9	60.000	BTU	Aires Acondicionados	2.5	150.000
10	01	c/u	Micro ondas	700	700
11	01	c/u	Nevera	3.000	3.000
12	01	c/u	Cafetera	300	300
13	02	c/u	Filtros enfriadores de agua	150	300

Continúa en página siguiente



14	01	c/u	Botiquín de primeros auxilios	100	100
				TOTAL (Bs F)	395.400

Tabla 11: Costos de mobiliario requerido para dotación del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"

Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia. de Compras de Proppants Venezuela, C.A (2009).

V.3.1.3 Costes de Equipos

Considera equipos para la ejecución oportuna y confiable de las actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis previstas en este laboratorio. Todos ellos siguiendo normativas relacionadas al ramo tecnológico involucrado.

En su totalidad, los equipos aquí considerados se importarán desde Alemania y Estados Unidos. Por tanto, las cotizaciones fueron recibidas en USD (dólares americanos) e incluyen impuestos de importación y gastos aduanales en los casos que estos apliquen. Para efectos de esta estimación de costes se considera el cambio oficial de 2,150 Bs/USD. La tabla 12 muestra detalles.

DETALLE DE COSTES DE EQUIPOS

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (Bs F)	COSTO TOTAL (Bs F)
1	01	c/u	Prensa de compresión manual (Resistencia a la compresión).	15.700	15.700
2	01	c/u	Prensas de compresión hidráulica (Resistencia a la compresión).	45.000	45.000
3	01	c/u	Balanza analítica. Cap. 500 grs	5.500	5.500
4	01	c/u	Balanza analítica. Cap. 200 grs	5.000	5.000
5	01	c/u	Balanza de precisión. Cap. 2.500 grs	8.000	8.000

Continúa en página siguiente



6	02	c/u	Balanza de precisión. Cap. 4.500 grs	9.500	19.000
7	01	c/u	Balanza digital. Cap. 25 Kgs	22.000	22.000
8	01	c/u	Turbidímetro (análisis de turbidez).	3.500	3.500
9	01	c/u	Microscopio (análisis de forma – redondéz y esfericidad).	4.300	4.300
10	01	c/u	Pirómetro Infrarrojo (chequeo temperatura) con termocupla patrón para calibración de hornos.	8.600	8.600
11	01	c/u	Horno de secado. Temperatura máxima 200 °C (análisis de humedad).	17.200	17.200
12	02	c/u	Hornos de sinterización. Temperatura máxima 1.700 °C. Ciclos programables.	97.000	194.000
13	01	c/u	Analizador de partículas tipo Coulter con celdas vibratoras.	162.000	162.000
14	02	c/u	Molino (preparación de muestras).	86.000	172.000
15	01	c/u	Prensa fabricadora de tabletas (preparación de muestras).	7.000	7.000
16	01	c/u	Spectrofotómetro de Rx (tipo IQ II / análisis químico).	140.000	140.000
17	03	c/u	Tamizadoras tipo Rotap (análisis granulométricos).	12.900	38.700
18	06	c/u	Juegos de tamices estandarizados ASTM (análisis granulométricos). Mallas #: 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 75, 100 y 325.	12.000	72.000

Continúa en página siguiente



19	01	c/u	Mezclador de alta revolución (simulación de proceso).	64.500	64.500
20	03	c/u	Separadores de muestras (splitters).	1.200	3.600
21	03	c/u	Cronómetros digitales	150	450
22	02	c/u	Relojes de pared	200	400
23	02	c/u	Medidores de densidad a granel.	1.200	2.400
24	06	c/u	Picnómetros. (Medidores de gravedad específica).	100	600
25			Stock mínimo de repuestos para asegurar la continuidad operativa de los equipos antes mencionados.		60.000
				TOTAL (Bs F)	1.071.450

Tabla 12: Costes de equipos a ser adquiridos e instalados en el proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"
Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la Gcia. de Tecnología de Saint-Gobain (2009).

V.3.1.4 Costes de Insumos

Considera los costes de adquisición de insumos necesarios para cumplir actividades de Investigación, Desarrollo y Análisis pautadas en el proyecto en cuestión, según normativas que rigen esta materia. Estos insumos serán adquiridos localmente y las cotizaciones fueron recibidas en Bs. La tabla 13 presenta los detalles:



DETALLE DE COSTES DE INSUMOS

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (Bs F)	COSTO TOTAL (Bs F)
1	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 25x10x2.5 cm ³ .	250	10.000
2	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 20x5x2.5 cm ³ .	180	7.200
3	40	c/u	Bandejas refractarias de dimensiones 5x5x1.5 cm ³ .	70	2.800
4	15	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 25x25x5 cm ³ .	25	375
5	20	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 20x20x3 cm ³ .	20	400
6	10	c/u	Bandejas de aluminio de dimensiones 15x10x2.5 cm ³ .	18	180
7	06	c/u	Espátulas con mango de madera (dimensiones: 2 pulg, 4 pulg, 6 pulg.).	15	90
8	24	c/u	Cilindros plásticos graduados (capacidades: 2 lts, 600 ml, 250 ml, 100 ml).	35	840
9	24	c/u	Vasos plásticos de precipitado (capacidades: 1lt, 600 ml, 250 ml, 50 ml, 25 ml).	15	360
10	06	c/u	Cucharillas de muestreo (capacidades; 1 Kg, ½ Kg, ¼ Kg).	12	72
11	06	c/u	Jarras metálicas graduadas (capacidades: 2 lt, 1 lt, 500 ml).	15	90
12	02	c/u	Martillo de goma	15	30
13	48	c/u	Crisoles de porcelana (capacidades: 75 ml, 50 ml, 25 ml)	50	2.400

Continúa en página siguiente



14	02	cajas	Papel de pesaje	150	300
15	4000	c/u	Cápsulas metálicas para conformado de tabletas (análisis químico)	1.5	6.000
16	06	c/u	Set limpiador para espejos: tela y soluciones – equipos especiales (analizador de partículas)	30	180
17	04	c/u	Muestras patrón para calibración de equipo analizador de partículas	300	1.200
18	2000	c/u	Recipientes plásticos para toma de muestras (capacidades: 1 lt, 500 ml)	2.5	5.000
19	500	c/u	Cubetas plásticas de doble vía para disolución de muestras (capacidad: 25 ml y 40 ml)	2.5	1.250
20	02	c/u	Porta detergente líquido	30	60
21	04	c/u	Porta servilletas (industrial)	30	120
				TOTAL (Bs F)	38.947

Tabla 13: Costes de insumos necesarios para dotación del proyecto. “Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A”
Fuente: Elaboración Propia, con apoyo de la la Gcia. de Compras de Proppants Venezuela C.A. (2009).

V.3.1.5 Costes de Personal Técnico y Administrativo Participante en Actividades de Carácter Tecnológico- Confidencial

El personal Técnico y Administrativo necesario para realizar la definición de actividades consideradas por la dirección de la empresa de carácter tecnológico-confidencial por estar relacionadas con el *know-how* propio de su tecnología y por ende, entre sus políticas internas, considera no delegables a contratistas ni terceras partes, es propio de la recién creada empresa Proppants Venezuela, C.A. y sus costes son suministrados por el departamento de Recursos Humanos de la organización como se detalla en el resumen presentado en la tabla 14:



**DETALLE DE COSTES DE PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO PARTICIPANTE EN
ACTIVIDADES DE CARÁCTER TECNOLÓGICO-CONFIDENCIAL**

ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	PERSONAL	COSTO DIARIO (Bs F)	DIAS PLANIFIC.	COSTO TOTAL (Bs)
2	Dotación				
2.1	Mobiliario				
2.1.1	Seleccionar Mobiliario	el 01 Experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 01 Tco Químico 01 Tco. Seg. Ind.	666 333 170 170	20	26.780
2.1.2	Cotizar Mobiliario	el 01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	15	12.150
2.1.3	Procurar Mobiliario	el 01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	30	24.300
2.1.4	Instalar Mobiliario	el 01 Supervisor Gral. 02 Supervisor de obra 04 Instaladores 08 ayudantes	400 800 1.200 2.000	6	26.400
2.2	Equipos				
2.2.1	Seleccionar equipos	los 01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 01 Tco Químico 01 Tco. Seg. Ind.	666 333 170 170	20	26.780
2.2.2	Cotizar equipos	los 01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	20	16.200
2.2.3	Procurar equipos	los 01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	60	48.600

Continúa en página siguiente



2.2.4	Instalar equipos	los	01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 04 Tco Químico 01 Tco. Seg. Industrial 01 Supervisor General. 04 ayudantes	666 333 680 170 400 1.000	20	64.980
2.3	Insumos					
2.3.1	Seleccionar insumos	los	01 experto Tecnológico 01 Ing. Coord. Lab. 04 Tco. Químico 01 Tco. Seg. Industrial	666 333 680 170	15	27.735
2.3.2	Cotizar insumos	los	01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	15	12.150
2.3.3	Procurar insumos	los	01 Comprador 03 Asistentes de compras	300 510	30	24.300
	Otros Gastos Adm.					31.038
TOTAL (Bs F)						341.413

Tabla 14: Costes de personal técnico-administrativo del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"

Fuente: Elaboración Propia, con datos suministrados por Gcia. RRHH de Proppants Venezuela, C.A. (2009).



RESUMEN DE ESTIMACIÓN DE COSTES DEL PROYECTO

La tabla 15 muestra el resumen consolidado de los costes estimados para cubrir las actividades del proyecto.

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs F)	RELACIÓN PORCENTUAL
1	Construcción	735.000	28,46 %
2	Mobiliario	395.400	15,31 %
3	Equipos	1.071.450	41,49 %
4	Insumos	38.947	1,51 %
5	Personal Técnico-Administrativo	341.413	13,22 %
TOTAL (Bs F)		2.582.210	
Reserva de Contingencia 12% pres. total estimado (Bs F)		309.865	
PRESUPUESTO GLOBAL (Bs F)		2.892.075	

Tabla 15: Resumen general de costes del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"
Fuente: Elaboración Propia (2009).

El costo estimado total del proyecto es de Dos millones quinientos ochenta y dos mil doscientos diez bolívares fuertes (2.582.210 Bs.F). Adicionalmente, la reserva de contingencia es de Trescientos nueve mil ochocientos sesenta y cinco bolívares fuertes (309.895 Bs.F). El presupuesto global resulta entonces la suma de Dos millones ochocientos noventa y dos mil setenta y cinco bolívares fuertes (2.892.075 Bs.F).

El Control de Costes del proyecto se realizará a través el programa de Seguimiento del Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS) y la respectiva "Curva S". Ambas herramientas se muestran a continuación en la tabla 16 y la figura 10.



**PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO
PLANIFICADO (BCWS) PROYECTO CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANALISIS. PROPPANTS VENEZUELA C.A.**

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 92)

Tabla 16: Costo Presupuestado del Trabajo Planificado.



**CURVA "S". LINEA BASE PARA CONTROL DE COSTOS (BCWS) DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y
ANALISIS. PROPPANTS VENEZUELA C.A.**

(Ver archivo: 12. FIG. Y TAB. COMPLEM. CAP. V / pág. 93)

Figura 10: Curva "S". Línea Base para el control de costes del proyecto.



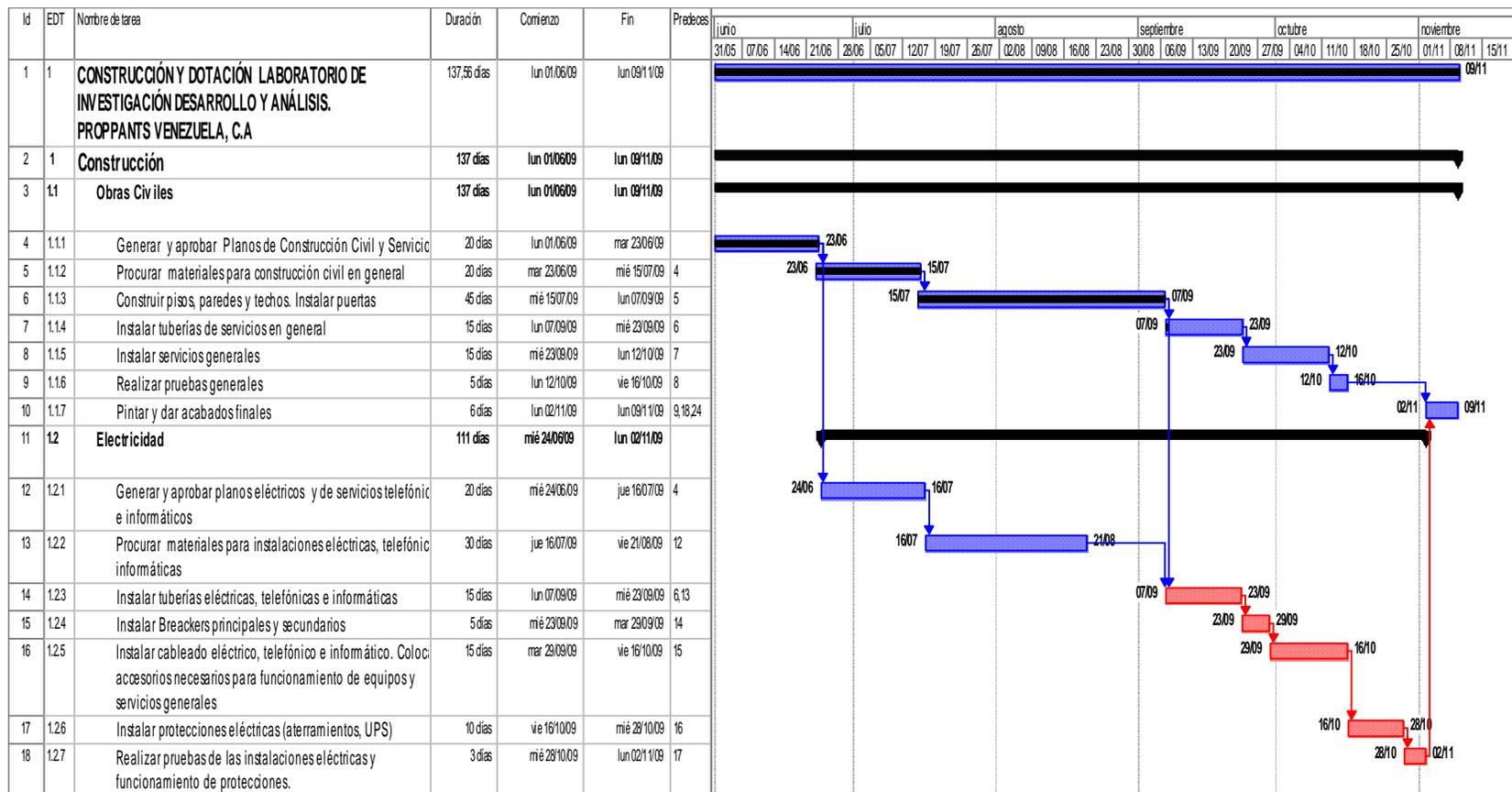
En la curva “S” se puede observar que en el período comprendido entre las semanas 7 y 17 hay un fuerte desembolso de capital, esto se debe a que en el mencionado período de tiempo se realizará la procura de los equipos para dotar el laboratorio. Dicha procura representa el 41,49% del costo del proyecto. Esto es lógico porque al tratarse de equipos especiales y de alta tecnología, son la parte más costosa del mismo. Las previsiones de flujo de caja durante este período deben ser consideradas en cantidad y oportunidad.

Finalizado este capítulo, podemos considerar que la estructuración del Plan de Proyecto aquí logrado, se soporta en un conjunto de actividades enlazadas y relacionadas entre sí para cubrir los objetivos establecidos. Los principales productos entregables logrados son: Definición precisa y clara del Alcance, Estructura Desagregada de Trabajo (EDT), Cronograma de Actividades con identificación de ruta crítica y sus respectivas herramientas de Seguimiento, Estimación de Costos y sus inherentes instrumentos de control.

Las áreas de conocimiento desarrolladas en este plan se combinan adecuadamente para conformar una gestión integradora, tal como lo evidencia el cálculo y la gráfica del Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS) que conjuga alcance, tiempo y costo del proyecto de manera consolidada.



CARTA GANT DE PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO



Continúa en página siguiente

Figura 8. Cronograma de planificación y seguimiento de actividades del Proyecto “ Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.”
Fuente: Elaboración Propia (2009).



CARTA GANT DE PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (continuación)

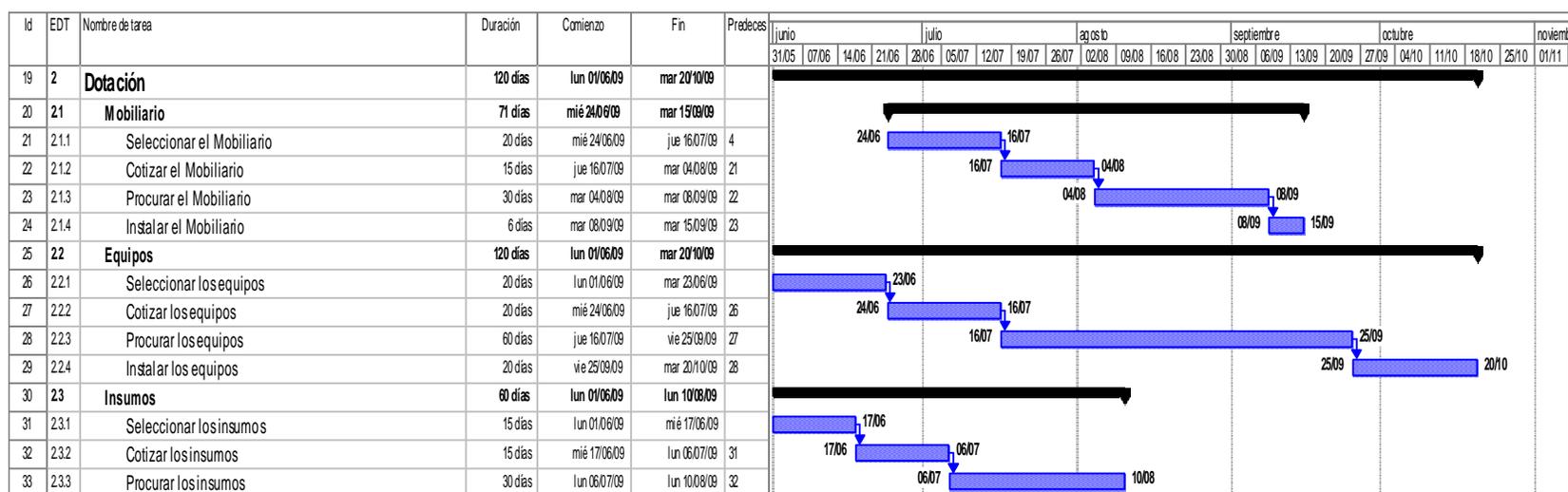


Figura 8(cont). Cronograma de planificación y seguimiento de actividades del Proyecto. “Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A.”
Fuente: Elaboración Propia (2009).



PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE TIEMPO SEGÚN METODOLOGÍA APLICACIÓN CURVA "S"
PROYECTO CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS.
PROPPANTS VENEZUELA, C.A

ACTIVIDAD	%	SEMANAS																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.1.1	4	1,00	1,00	1,00	1,00																					
1.1.2	4				1,00	1,00	1,00	1,00																		
1.1.3	10							1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25												
1.1.4	3														1,00	1,00	1,00									
1.1.5	3															1,00	1,00	1,00								
1.1.6	1																				1,00					
1.1.7	1																							0,80	0,20	
1.2.1	4				1,00	1,00	1,00	1,00																		
1.2.2	6							1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
1.2.3	3														1,00	1,00	1,00									
1.2.4	1																0,50	0,50								
1.2.5	3																	1,00	1,00	1,00						
1.2.6	2																		0,20	1,00	0,80					
1.2.7	1																				0,80	0,20				
2.1.1	4				1,00	1,00	1,00	1,00																		
2.1.2	3							0,20	1,00	1,00	0,80															
2.1.3	7										1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17										
2.1.4	1														0,80	0,20										
2.2.1	4	1,00	1,00	1,00	1,00																					
2.2.2	4				1,00	1,00	1,00	1,00																		
2.2.3	14							1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27									
2.2.4	4																0,20	1,00	1,00	1,00	0,80					
2.3.1	3	1,00	1,00	1,00																						
2.3.2	3			0,80	2,00	0,20																				
2.3.3	7							1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17													
TOTAL	100	3,00	3,00	3,80	8,00	4,20	5,17	8,89	5,69	5,69	6,66	5,86	4,69	3,69	3,69	5,24	3,47	4,97	3,50	3,00	3,20	1,80	1,60	1,00	0,20	
ACUM.		3,00	6,00	9,80	17,80	22,00	27,17	36,06	41,75	47,44	54,10	59,96	64,65	68,34	72,03	77,27	80,74	85,71	89,21	92,21	95,41	97,21	98,81	99,81	100,01	

Tabla 10. Programa de seguimiento de tiempo para el proyecto . "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela, C.A"
Fuente: Elaboración Propia (2009)



CURVA "S" LÍNEA BASE
PROYECTO "CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DEL LABORATORIO DE
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS. PROPPANTS VENEZUELA, C.A"

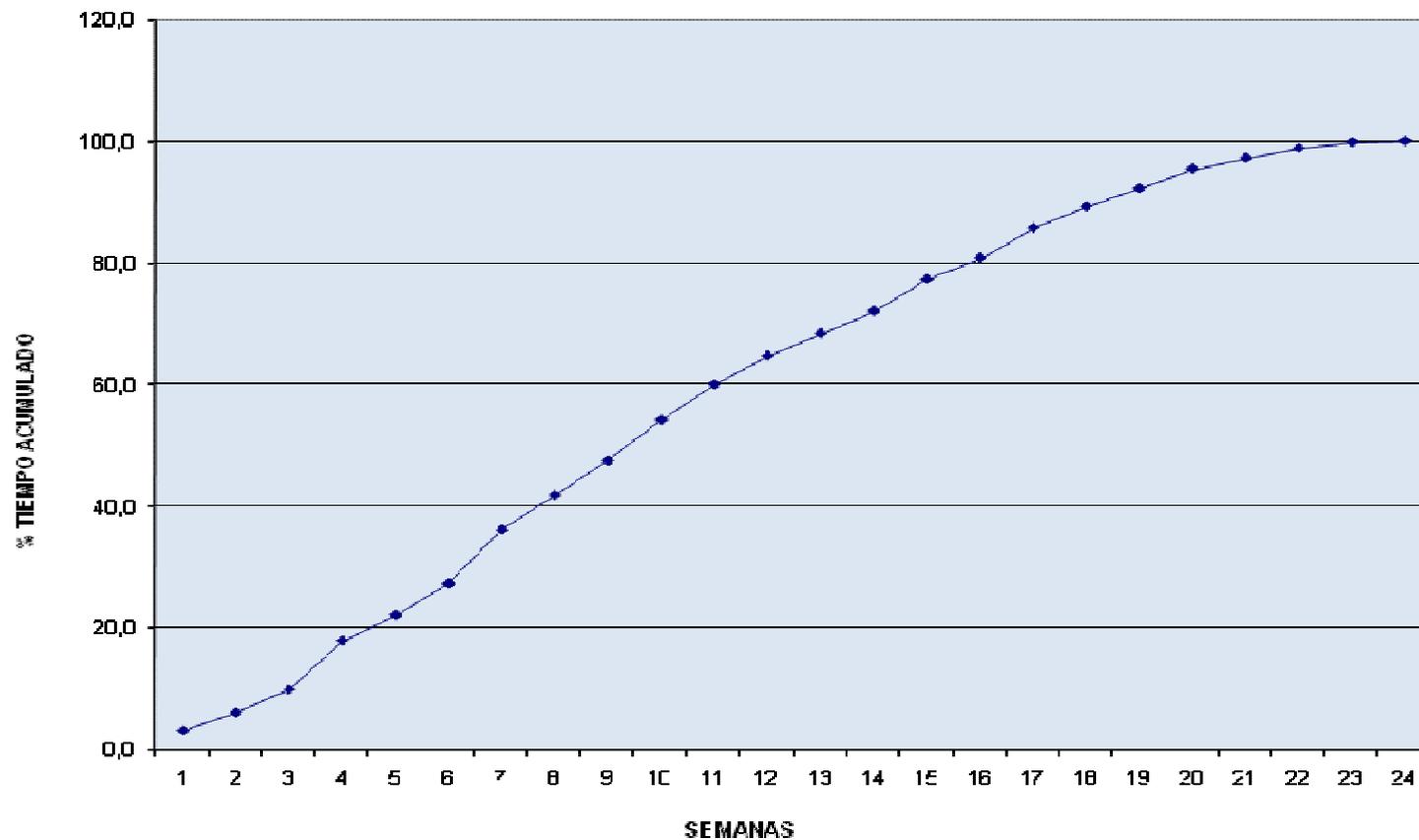


Figura 9. Curva "S" para seguimiento de tiempo del proyecto. "Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis de la empresa Proppants Venezuela C. A."

Fuente: Elaboración Propia (2009)



**PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO PLANIFICADO (BCWS) PROYECTO
CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANALISIS. PROPPANTS VENEZUELA C.A.**

IDENTIFIC. DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	BAC (Bs)	SEMANAS																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.1.1	Planos Civiles	73.500	18.375	18.375	18.375	18.375																					
1.1.2	Proc. Mat. Civiles	220.500				55.125	55.125	55.125	55.125																		
1.1.3	Construcción Civil	147.000						18.375	18.375	18.375	18.375	18.375	18.375	18.375	18.375												
1.1.4	Instal. Tuberías	14.700														4.900	4.900	4.900									
1.1.5	Instal. Servicios	14.700															4.900	4.900	4.900								
1.1.6	Pruebas Inst. Civil	7.350																				7.350					
1.1.7	Pintado y Acab. Fin.	7.350																							5.880	1.470	
1.2.1	Planos Eléctricos	73.500				18.375	18.375	18.375	18.375																		
1.2.2	Proc. Mat. Eléctric.	73.500						12.250	12.250	12.250	12.250	12.250	12.250	12.250													
1.2.3	Instal. Tub. Eléctrica	36.750														12.250	12.250	12.250									
1.2.4	Instal. Breakers	36.750															18.375	18.375									
1.2.5	Inst. Cableado	14.700																4.900	4.900	4.900							
1.2.6	Inst. Protecciones	7.350																	2.450	2.450	2.450						
1.2.7	Pruebas Sist. Eléc	7.350																				3.675	3.675				
2.1.1	Selección Mobiliar.	26.780				6.695	6.695	6.695	6.695																		
2.1.2	Cotizac. Mobiliar.	12.150						3.038	3.038	3.038	3.038																
2.1.3	Procura Mobiliar.	419.700										69.950	69.950	69.950	69.950	69.950	69.950										
2.1.4	Instal. Mobiliario	26.400														13.200	13.200										
2.2.1	Selección Equipos	26.780	6.695	6.695	6.695	6.695																					
2.2.2	Cotizac. Equipos	16.200				4.050	4.050	4.050	4.050																		
2.2.3	Procura Equipos	1.120.050										101.823	101.823	101.823	101.823	101.823	101.823	101.823	101.823	101.823							
2.2.4	Instal. Equipos	64.980																									
2.3.1	Selección Insumos	27.735	9.245	9.245	9.245																						
2.3.2	Cotizac. Insumos	12.150				4.050	4.050	4.050																			
2.3.3	Procura Insumos	63.247																									
	Otros Glos Administ	31.038																									
TOTAL		2.582.210	35.608	35.608	39.658	114.658	89.588	96.079	231.565	147.320	147.320	217.270	214.232	203.691	191.441	191.441	203.416	133.466	156.537	42.464	24.069	28.969	16.739	7.418	10.848	2.763	
ACUM.			35.608	71.217	110.875	225.533	315.121	411.201	642.765	790.085	937.405	1.154.674	1.368.907	1.572.597	1.764.038	1.955.479	2.158.895	2.292.361	2.448.898	2.491.363	2.515.452	2.544.441	2.561.180	2.568.599	2.579.447	2.582.210	

Tabla 16: Costo Presupuestado del Trabajo Planificado.
Fuente: Elaboración Propia (2009).



**CURVA "S". LINEA BASE PARA CONTROL DE COSTOS (BCWS) DEL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANALISIS. PROPPANTS VENEZUELA C.A.**

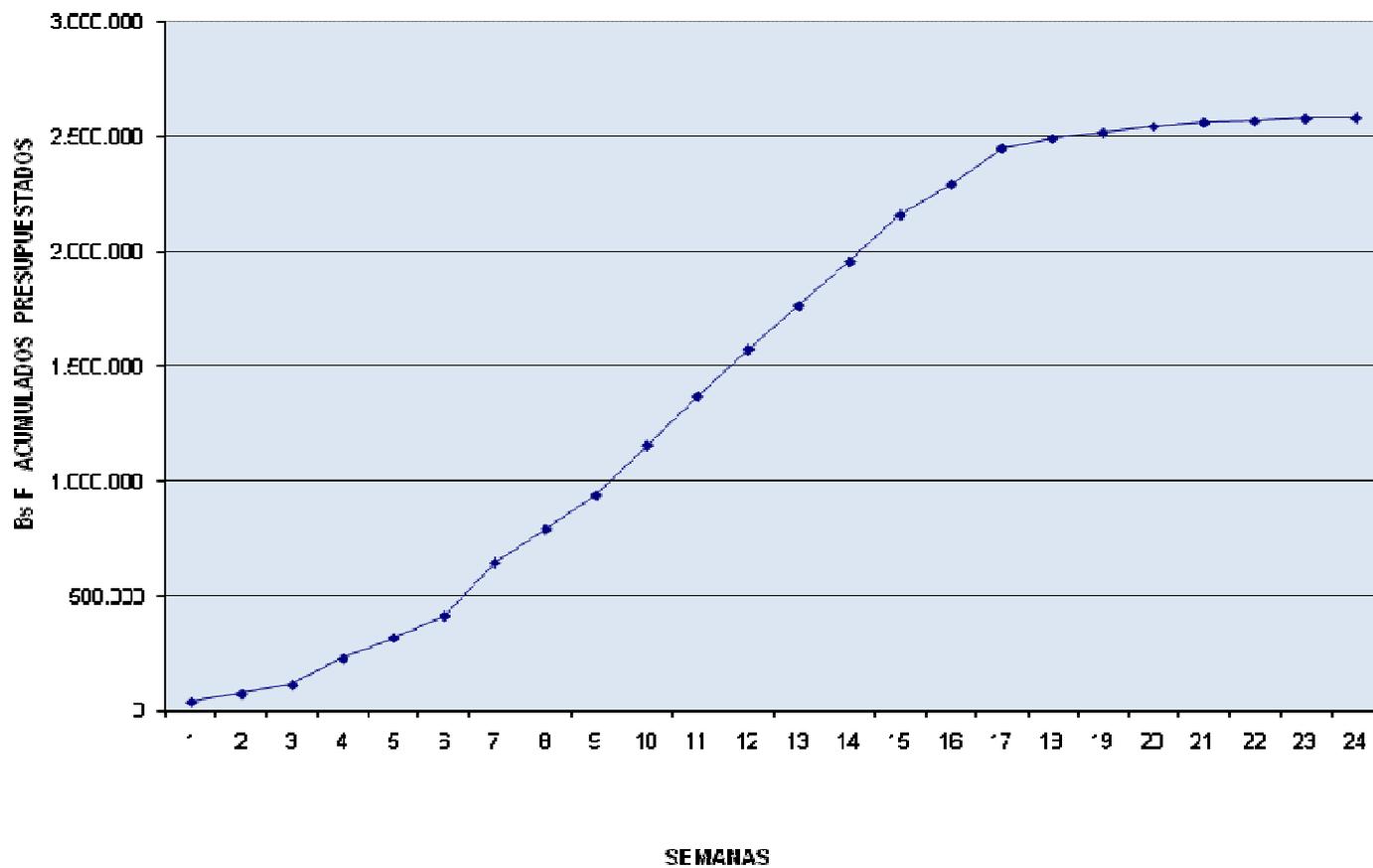


Figura 10: Curva "S". Línea Base para el control de costes del proyecto.
Fuente: Elaboración Propia (2009)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ø CONCLUSIONES

- Durante la realización de la presente investigación se logró elaborar un plan para guiar la Construcción y Dotación de un Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Análisis integrado a las normas y estándares nacionales e internacionales con las exigencias técnicas particulares del proceso de fabricación de materiales Cerámicos Proppants, siguiendo la Metodología Internacional desarrollada por el Project Management Institute (PMI 2004). Se evidencia que dicha metodología puede ser aplicada a proyectos de cualquier naturaleza.
- Como paso inicial del proceso de planificación requerido en este proyecto, fue definido el enunciado del alcance con la respectiva Estructura de Desglose de Trabajo. La experiencia del Investigador en el área técnica donde se ha desarrollado la investigación aunada a una exhaustiva búsqueda bibliográfica y asesoramiento de expertos en el tema tratado ha permitido establecer claramente los requerimientos de construcción y dotación de mobiliario, equipos e insumos para que la infraestructura planteada y los ensayos a realizar cumplan las normas nacionales e internacionales que rigen las instalaciones de esta naturaleza, así como, las especificaciones técnicas y de calidad relacionados a los materiales cerámicos de este ramo.
- La clara definición del Alcance ha permitido detallar las actividades, establecer la secuencia de las mismas, considerar los recursos necesarios para su cumplimiento y finalmente estimar la duración de las mismas para



generar el cronograma del proyecto. El uso de las herramientas y técnicas recomendadas por la metodología permitirán el seguimiento y control del tiempo de las actividades estableciendo una línea base comparativa.

- Los componentes necesarios para definir y asignar los costos asociados a la construcción y dotación del Laboratorio objeto de estudio, han sido determinados con el apoyo de la definición del alcance, la secuencia lógica de actividades, los recursos necesarios para su realización y la experiencia del equipo de proyecto del grupo de empresas Saint-Gobain. Todo ello confluye para realizar la estimación de costos y la preparación del respectivo presupuesto que será controlado con las herramientas recomendadas por la metodología aplicada, tal es el caso, de la curva generada con el Costo Presupuestado del Trabajo Planificado (BCWS).
- La información compilada, clasificada, ordenada y analizada de manera metodológica y secuencial, presentada en este trabajo de investigación, facilitará indudablemente el desarrollo del proyecto objeto de esta investigación. Su implementación servirá de guía para enfocar con una visión distinta los actuales y futuros proyectos desarrollados y por desarrollar en la organización.

Ø RECOMENDACIONES

- Debido a que la empresa Proppants Venezuela, C.A. está en proceso de instalación de toda su planta y el laboratorio objeto del presente trabajo es parte integrante del proyecto global, se muestra una excelente oportunidad para incluir dentro de la filosofía de operación de la naciente empresa la “gerencia de proyectos” como herramienta esencial para instaurar un sistema de gestión cuyos exitosos resultados están comprobados y son reconocidos en diversos sectores del ramo de negocio que maneja esta empresa, tal es el caso de la industria petrolera nacional e internacional.



-
- Resulta de especial interés que las empresas del grupo Saint-Gobain, en sus diferentes ramas de negocio, realicen una evaluación del nivel de Madurez Organizacional basada en el estándar OPM3 (Modelo de Madurez Organizacional en la Gerencia de Proyectos) mediante la aplicación de las tres etapas básicas de este modelo como son: *conocimiento* del estándar, *evaluación* o diagnóstico de la situación de la organización para compararla con el estándar, y finalmente, el planteamiento de *mejoras* para avanzar con iniciativas de cambio que conlleven a incrementar y consolidar la madurez organizacional en la aplicación de gerencia de proyectos. Ello permitirá a la organización estructurar sus objetivos estratégicos y negocios en general ordenadamente en: *proyectos, programas y dominios de portafolios* que combinen en su desarrollo las mejores prácticas de la gerencia de proyectos consolidando una gerencia de proyectos efectiva.
 - Para estructurar, implementar y hacer seguimiento permanente a la gestión por gerencia de proyectos, el grupo de empresas Saint-Gobain debe crear una Oficina de Proyectos que integre la gestión de los mismos y apoye el mejoramiento continuo de la organización integrando las políticas internas existentes, la avanzada tecnología y las mejores prácticas de gestión en beneficio de la empresa, sus colaboradores, sus clientes y la comunidad en general.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ü Balestrini, M. (2002). *Cómo se elabora el Proyecto de Investigación para los Estudios Formulativos o Exploratorios, Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de Hipótesis Causales, Experimentales y Los Proyectos Factibles*. (6ta ed.). Caracas: BL Consultores y Asociados, Servicio Editorial.
- ü Bozunovsky, H. (2008). *Competencia de laboratorios de ensayo y calibración. Énfasis Alimentación on line*. Recuperado el 24 de Febrero de 2008 de <http://www.alimentación.enfasis.com/interior/index.php>
- ü Bseirini, E. (2007). *Plan para Definición y Desarrollo de Proyectos de Viviendas Multifamiliares desde el Punto De Vista del Promotor*. Trabajo de Grado de Especialista no publicado, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.
- ü Cámara y Sindicato de la Construcción. (2001). *Convención Colectiva para los Trabajadores de la Industria de la Construcción (CCTIC)*. Documento Introducido ante el Ministerio del Trabajo en Mayo 16, 2001.
- ü C.I.V. (1994). *Manual de Contratación de Servicios de Consultoría de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines (MCSCIAPA-CIV)*. (3ra ed.). Caracas: Fundación Juan José Aguerrevere.
- ü COVENIN. (1998). *Compendio de Normas Venezolanas COVENIN-MINDUR de Edificaciones 2004:1998*. Caracas: Fondonorma.
- ü COVENIN. (1992). *Norma Venezolana COVENIN 187:1992. Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad*. Caracas: Fondonorma.
- ü COVENIN. (1997). *Norma Venezolana COVENIN 823-2:1997. Sistema de Protección Contra Incendio en Edificaciones por Construir. Parte II. Industrial*. Caracas: Fondonorma.
- ü Giménez, R. (2005). *Plan de Implantación de Plataforma Tecnológica de Integración de Aplicaciones en el Marco del Proyecto Programas Mayores en CANTV*. Trabajo de Grado de Especialista no publicado, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.



- ü Glender, A. (2007, Julio) *Presentación Comercial de Saint-Gobain a PDVSA*.
- ü Hamilton, M. (2005). *Project Planning Guide of Industrial Laboratory Furniture & Equipment*. [Guía Hamilton de Planificación de Proyectos para Muebles y Equipos de Laboratorio]. Recuperado el 27 de Febrero de 2008 de <http://hamiltonlab.com/resourses/al1309industrial.pdf>
- ü Hernández R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. (3ra ed.). Santiago de Chile: McGraw-Hill.
- ü ISO. (2006). *ISO 13503-2:2006. Petroleum and natural gas industries - Completion fluids and materials. Part 2. Measurement of properties of proppants used in hydraulic fracturing and gravel-packing operations*. [Industrias de petróleo y gas natural – líquidos y materiales terminados. Parte 2. Medición de características del proppants usado en operaciones de fracturación hidráulica y empacado de gravas]. Ginebra: ISO.
- ü ISO. (2005). *ISO 17025:2005, Norma Internacional. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Ginebra: ISO.
- ü Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2005, 03 de Agosto). Gaceta Oficial de la República, 38.242, Agosto 03, 2005.
- ü Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo. (2005, 30 de Junio). Gaceta Oficial de la República, 38.236, Julio 26, 2005.
- ü Lozada, L. (2007). *Plan Preliminar del Proyecto Actualización del Sistema de Control Digital en CVG BAUXILUM Operadora de Alúmina*. Trabajo de Grado de Especialista no publicado, Universidad Católica Andrés Bello, Puerto Ordaz.
- ü Organización Mundial de la Salud, O.M.S, (2005). *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio*. (3ra ed.). Ginebra: OMS.
- ü Palacios, L. (2005). *Gerencia de Proyectos un enfoque latino*. (3ra ed.). Caracas: Publicaciones UCAB.
- ü Pérez, A. (2004). *Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación*. Caracas: FEDUPEL.



-
- ü Project Management Institute, PMI, (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. (3ra ed.). EE.UU: Project Management Institute, Inc.

 - ü Proppants Venezuela, C.A. (2009). *Manual de Procedimientos Generales*. Documento Interno, disponible en Gerencia de Recursos Humanos de la empresa.

 - ü Saint-Gobain Business Sector. Recuperado el 21 de Enero de 2008, de <http://www.saint-gobain.com/en/html/groupe/ceramiques.asp>

 - ü Saint-Gobain. History of the Saint-Gobain Group. Recuperado el 20 de Enero de 2008, de <http://www.saint-gobain.com/en/html/groupe/historique.asp>

 - ü Saint-Gobain Innovation. Recuperado el 22 de Enero de 2008, de <http://www.saint-gobain.com/en/htm/innovation/presentation.asp>

 - ü UPEL. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. (4ª ed.). Caracas: FEDUPEL.

 - ü Wikipedia. Laboratorios. Recuperado el 01 de Marzo de 2008, de www.wikipedia.org.



ANEXO 1

REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA MATERIAS PRIMAS, PROCESOS Y PRODUCTOS TERMINADOS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS
PROPPANTS VENEZUELA, C.A.

REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA MATERIAS PRIMAS, PROCESOS Y PRODUCTOS TERMINADOS						
AREA	REQUERIMIENTO DE CALIDAD	EQUIPOS NECESARIOS	INSUMOS NECESARIOS	SERVICIOS REQUERIDOS	RECURSOS Y NORMAS TÉCNICAS	RESGUARDO AL RIESGO
MATERIA PRIMA						
ALMACÉN	%LOI	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA	ELECTRICIDAD, AIRE COMPRESIDO	ANALISTA DE LABORATORIO NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	%HUMEDAD	HORNO MUFLA (260 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA	BANDEJA ALUMINIO CRISOL ESPATULA	ELECTRICIDAD		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	ANÁLISIS QUÍMICO	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA SPECTROFOTÓMETRO PRENSA HIDRAULICA Y MANUAL MOLINO	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA PAPEL DE PESAJE CAPSULAS METÁLICAS RELOJ VASO PLÁSTICO CILINDRO PLÁSTICO	ELECTRICIDAD, GAS HELIO, AIRE COMPRESIDO		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
PROCESO						
TRITURACIÓN	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
CALCINACIÓN	%LOI	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA	ELECTRICIDAD, AIRE COMPRESIDO	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
CALCINACIÓN - ENFRIAMIENTO	%LOI	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA	ELECTRICIDAD, AIRE COMPRESIDO	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS QUÍMICO	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA SPECTROFOTÓMETRO PRENSA HIDRAULICA Y MANUAL MOLINO	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA PAPEL DE PESAJE CAPSULAS METÁLICAS RELOJ VASO PLÁSTICO CILINDRO PLÁSTICO	ELECTRICIDAD, GAS HELIO, AIRE COMPRESIDO		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
MOLIENDA	%LOI	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA	ELECTRICIDAD, AIRE COMPRESIDO	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS DE PARTICULAS	ANALIZADOR DE PARTICULAS BALANZA DIGITAL	ESPATULA CUBETA PL-STICA DE DOBLE VIA JARRA PLÁSTICA VASO DE PRECIPITADO	ELECTRICIDAD AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD
	ANÁLISIS QUÍMICO	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALÍTICA SPECTROFOTÓMETRO PRENSA HIDRAULICA Y MANUAL MOLINO	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA PAPEL DE PESAJE CAPSULAS METÁLICAS RELOJ VASO PLÁSTICO CILINDRO PLÁSTICO	ELECTRICIDAD, GAS HELIO, AIRE COMPRESIDO		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO

AREA	REQUERIMIENTO DE CALIDAD	EQUIPOS NECESARIOS	INSUMOS NECESARIOS	SERVICIOS REQUERIDOS	RECURSOS Y NORMAS TÉCNICAS	RESGUARDO AL RIESGO
CONFORMADO						
DESCARGA DE CONFORMADO	%HUMEDAD	HORNO MUFLA (260 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALITICA	BANDEJA ALUMINIO CRISOL ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
SECADO DE CONFORMADO	%HUMEDAD	HORNO MUFLA (260 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALITICA	BANDEJA ALUMINIO CRISOL ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
SEPARACIÓN DE CONFORMADO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
RECUPERACIÓN DE CONFORMADO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
ALIMENTACIÓN A SINTERIZACIÓN	%HUMEDAD	HORNO MUFLA (260 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALITICA	BANDEJA ALUMINIO CRISOL ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
SINTERIZACIÓN	DENSIDAD A GRANEL	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	GRAVEDAD ESPEÍFICA	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA RELOJ	ELECTRICIDAD AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	% ROTURA	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES MAQUINA COMPRESION BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA

AREA	REQUERIMIENTO DE CALIDAD	EQUIPOS NECESARIOS	INSUMOS NECESARIOS	SERVICIOS REQUERIDOS	RECURSOS Y NORMAS TÉCNICAS	RESGUARDO AL RIESGO
SINTERIZACIÓN-ENFRIAMIENTO	DENSIDAD A GRANEL	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	GRAVEDAD ESPEÍFICA	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA RELOJ	ELECTRICIDAD AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	% ROTURA	CUARTEADOR CELDA 1,25' ROTAP TAMICES MAQUINA COMPRESION BALANZA DIGITAL EQUIPO DE DENSIDAD A GRANEL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	ANÁLISIS QUÍMICO	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALITICA SPECTROFOTÓMETRO PRENSA HIDRAULICA Y MANUAL MOLINO	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA PAPEL DE PESAJE CAPSULAS METÁLICAS RELOJ VASO PLÁSTICO CILINDRO PLÁSTICO	ELECTRICIDAD, GAS HELIO, AIRE COMPRESIDO		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
SEPARACIÓN FINAL	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
PRODUCTO TERMINADO						
EMPAQUE	DENSIDAD A GRANEL	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	GRAVEDAD ESPEÍFICA	SEPARADOR DE MUESTRAS PICNOMETRO BALANZA DIGITAL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA RELOJ	ELECTRICIDAD AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	% ROTURA	CUARTEADOR CELDA 1,25' ROTAP TAMICES MAQUINA COMPRESION BALANZA DIGITAL EQUIPO DE DENSIDAD A GRANEL	VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO ESPATULA	ELECTRICIDAD		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	SEPARADOR DE MUESTRAS ROTAP TAMICES BALANZA DIGITAL	TAMICES VASO PRECIPITADO BANDEJA ALUMINIO CRONÓMETRO CUCHARILLA DE MUESTREO SEPARADORES DE MUESTRAS	ELECTRICIDAD, AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
	ANÁLISIS QUÍMICO	HORNO MUFLA (1700 °C) BALANZA DIGITAL BALANZA ANALITICA SPECTROFOTÓMETRO PRENSA HIDRAULICA Y MANUAL MOLINO	CRISOL ESPATULA BANDEJA REFRACTARIA PAPEL DE PESAJE CAPSULAS METÁLICAS RELOJ VASO PLÁSTICO CILINDRO PLÁSTICO	ELECTRICIDAD, GAS HELIO, AIRE COMPRESIDO		USAR GUANTES Y CARETA PARA RETIRAR MUESTRA DEL HORNO
	REDONDÉZ	MICROSCOPIO		ELECTRICIDAD		USAR LENTES DE SEGURIDAD

AREA	REQUERIMIENTO DE CALIDAD	EQUIPOS NECESARIOS	INSUMOS NECESARIOS	SERVICIOS REQUERIDOS	RECURSOS Y NORMAS TÉCNICAS	RESGUARDO AL RIESGO
	TURBIDÉZ	TURBIDIMETRO CUARTEADOR RELOJ	VASO PRECIPITADO CILINDRO GRADUADO PIPETA PLASTICA	ELECTRICIDAD AGUA		USAR LENTES DE SEGURIDAD Y MASCARILLA
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO						
ENSAYOS DE EVALUATIVOS GENERALES	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	TODOS LOS ANTERIORES
SIMULACIÓN DE PROCESOS	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES + MEZCLADOR DE ALTA REVOLUCIÓN	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2	TODOS LOS ANTERIORES
NUEVOS DESARROLLOS	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	TODOS LOS ANTERIORES	ANALISTA DE LABORATORIO, NORMA ISO 13503-2, OTRAS NORMAS QUE APLIQUEN	TODOS LOS ANTERIORES