



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD MONTEÁVILA
COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESPECIALIZACIÓN EN PLANIFICACIÓN, DESARROLLO Y GESTIÓN DE
PROYECTOS

**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL PROYECTO DE FÁBRICA DE DUCTOS EN
ACERO GALVANIZADO DE 704 INGENIERÍA C.A.**

**Trabajo Especial de Grado, para optar al Título de Especialista en
Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos, presentado por:**
Guevara Fernández, Armando José, CI: 19.671.719

Asesorado por:
Leal Huise, Sandra Virginia
Guillén Guédez, Ana Julia

Caracas, abril de 2018

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD MONTEÁVILA
COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN PLANIFICACIÓN, DESARROLLO Y GESTIÓN DE
PROYECTOS**

**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL PROYECTO DE FÁBRICA DE DUCTOS EN
ACERO GALVANIZADO DE 704 INGENIERÍA C.A.**

**Trabajo Especial de Grado, para optar al Título de Especialista en
Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos, presentado por:**

Guevara Fernández, Armando José, CI: 19.671.719

Asesorado por:

Leal Huise, Sandra Virginia

Guillén Guédez, Ana Julia

Caracas, abril de 2018

Señores.

Universidad Monteávila

Comité de Estudios de Postgrado

Especialización en Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos

Atención: Profesora Geraldine Cardozo

Referencia: **Aprobación de Asesoría**

Por medio de la presente le informo que hemos revisado el borrador final del Proyecto de Trabajo Especial de Grado de (los) Ciudadano(s): Guevara Fernández, Armando José, titular de la Cédula de identidad N° **19.671.719**; cuyo título es: **“Plan de Implementación para el Proyecto de Fábrica de Ductos en Acero Galvanizado de 704 Ingeniería C.A.”**, la cual cumple con los requisitos vigentes de esta casa de estudio para asignarles jurado y su respectiva presentación.

A los 30 días de marzo de 2018.

Leal Huise, Sandra Virginia, Asesor de Seminario de Trabajo Especial de Grado III

Guillén Guédez, Ana Julia, Asesor Académico



Caracas, 31 octubre de 2017

Señores

Universidad Monteávila

Atención

Prof. Geraldine Cardozo, Coordinación General de Postgrado.

Mediante la presente se informa que el **Ing. Armando José Guevara**, titular de la cédula de identidad N° **19.671.719**, estudiante del postgrado: *Especialización en Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos* en su investigación fue autorizado por la Directiva para realizar el Trabajo Especial de Grado. Se le autoriza a recopilar, analizar y presentar datos, procedimientos y metodologías con fines académicos de 704 Ingeniería C.A, durante el período de la especialización 2016 – 2018.

Sin más a que hacer referencia, se despide.

Atentamente

Ing. Elio Orta García

Director.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD MONTEÁVILA
COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN PLANIFICACIÓN,
DESARROLLO Y GESTIÓN DE PROYECTOS



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Plan de Implementación para el Proyecto de Fábrica de Ductos en Acero Galvanizado de 704 Ingeniería C.A

Autor: Guevara Fernández, Armando José

Asesores: Leal Huise, Sandra Virginia
Guillén Guédez, Ana Julia

Año: 2018

RESUMEN

La empresa 704 Ingeniería CA ha puesto en miras la ejecución de un proyecto de inversión para atender la demanda de ductos prefabricados de conectores TDC “Transverse Duct Conector” del estado de la Florida en los Estados Unidos de América, la organización realizó un estudio de mercado para verificar la factibilidad financiera del proyecto estableciéndose como factible, generándose una oportunidad para la aplicación de las mejores prácticas en planificación, desarrollo y gestión de proyectos para lograr la puesta en marcha de la nueva unidad de negocio, por tanto, se ejecuta la presente investigación bajo el paradigma de investigación aplicada, así mismo, se genera siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo debe estar conformado un plan de implementación basado en la metodología “Front-End-Loading” para el proyecto de la fábrica de ductos en acero galvanizado?. La investigación atiende a los objetivos de realizar la Visualización, Conceptualización y Definición (FEL I, II y III) de la implementación del proyecto. El desarrollo del marco teórico se sustenta en las definiciones de Canvas Business Model, Open Innovation Canvas y el ciclo de vida de los proyectos según CII el Front – End - Loading. En la fase de ejecución se realiza el FEL I donde se hace uso del Canvas Business Model para la formulación de la idea de negocios, seguido del FEL II que se centra en el estudio de conceptos necesarios para el análisis de las tecnologías disponibles según el macroproceso creado de la planta, son analizadas tres opciones técnicas verificando la inversión inicial requerida para la adquisición de la maquinaria, finalmente, el FEL III donde es elaborado un Plan de Ejecución de Proyectos considerando la alternativa seleccionada, se realiza la actualización de las líneas bases de costo, alcance y cronograma, restructurándose los paquetes de trabajo, para su posterior monitoreo y control. La metodología de gestión de la nueva unidad de negocio se centra en operaciones y fabricación en los Estados Unidos de América con apoyo de ingeniería y administrativo de la sede central en Caracas, Venezuela. Como resultados se obtiene el lienzo del caso de negocio, una alternativa con nivel de automatización medio con posibilidades de expandir a una automatización total (tecnología escalable), implicando una inversión inicial para la puesta en marcha del proyecto de \$774,210.00, con un cronograma estimado de 8.6 meses. Se plantea como recomendaciones aplicar el PDRI para la medición del índice de definición del proyecto, realizar la propuesta de la creación del Project Management Office de la organización y visualizar un plan de ejecución de obras electromecánicas basado en el Front-End-Loading.

Línea de Trabajo: Plan de Implementación, Plan de Migración

Palabras clave: Fábrica de Ductos, Canvas Business Model, Lámina Galvanizada, Front End Loading, Transverse Duct Conector, TDC Nomenclatura UNESCO: (5311)
Organización y Dirección de Empresas

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS | x |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| Planteamiento de la situación problemática | 4 |
| Formulación del problema | 6 |
| Objetivos de la Investigación | 6 |
| Objetivo General | 6 |
| Objetivos Específicos: | 6 |
| Justificación | 7 |
| Alcance de la Investigación | 7 |
| Limitaciones y Restricciones. | 8 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| Antecedentes de la Investigación | 9 |
| Bases Teóricas | 16 |
| Proyecto..... | 16 |
| Ciclo de vida de los Proyectos según PMI | 17 |
| Grupo de Procesos..... | 19 |
| Impacto de Variables de un Proyecto con respecto al tiempo. | 21 |
| Ciclo de vida de los Proyectos según CII..... | 22 |
| Front End Loading (FEL) | 23 |
| Fases del Front End Loading..... | 25 |
| Impacto del FEL en los Proyectos de Inversión de Capital | 31 |
| Canvas Business Model..... | 32 |
| Componentes de un Lienzo de Modelo de Negocio | 33 |
| Open Innovation Canvas..... | 36 |
| Componentes de un Lienzo de Innovación Abierta | 36 |
| Cuadro de Mando Integral (CMI)..... | 39 |
| Bases Legales | 40 |
| Sheet Metal and Air Conditioning Contractor National Association (SMACNA). | 40 |
| Normas de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHAS) | 41 |
| Construcción de Ductos. | 41 |
| The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)..... | 42 |
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO | 43 |
| Tipo de Investigación..... | 43 |
| Diseño de la Investigación..... | 43 |
| Técnicas e Instrumentos de análisis e interpretación de datos | 44 |

| | |
|--|-----------|
| Fases de la Investigación | 44 |
| Fase I: Inicio..... | 45 |
| Fase II: Planificación | 45 |
| Fase III: Ejecución..... | 46 |
| Fase IV: Cierre | 46 |
| Cronograma de Ejecución | 46 |
| Operacionalización de las Variables..... | 48 |
| Aspectos Éticos | 48 |
| CAPÍTULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL..... | 51 |
| Descripción de la empresa | 51 |
| Misión | 51 |
| Visión..... | 51 |
| Valores Empresariales..... | 52 |
| Organigrama..... | 52 |
| CAPITULO V. FEL I – VISUALIZACIÓN DEL PROYECTO | 53 |
| Pre-Proyecto..... | 53 |
| Acta de Constitución de Proyecto. (Project Charter) | 65 |
| Propósito y Objetivos del Proyecto | 65 |
| Propósito del Proyecto | 65 |
| Objetivos del Proyecto..... | 65 |
| Alineación Estratégica del Proyecto..... | 66 |
| Entregables Finales | 68 |
| Suposiciones y Restricciones | 68 |
| Involucrados del Proyecto | 69 |
| Alcance Preliminar del Proyecto | 70 |
| Diccionario de la Estructura Desagregada de Trabajo | 70 |
| Estimado de Costos Clase V. | 72 |
| Cronograma de Ejecución Preliminar..... | 73 |
| CAPITULO VI. FEL II: CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO | 74 |
| Selección del Equipo de Trabajo..... | 74 |
| Análisis de Conceptos..... | 75 |
| Macroproceso | 89 |
| Clientes: Requerimientos de Fabricación. | 91 |
| Oficina de Proyectos | 93 |
| Taller de Ductos – Manufactura..... | 94 |
| Línea de Producción 1:..... | 95 |
| Línea de Producción 2:..... | 96 |
| Línea de producción 3: | 98 |
| Línea de producción N: | 99 |
| Armado y Etiquetado: | 99 |
| Control de Calidad:..... | 101 |
| Almacén Transitorio y Despacho:..... | 102 |
| Sistema BMS – Control de Maquinaria Taller:..... | 103 |

| | |
|--|------------|
| Clientes | 104 |
| Evaluación de Alternativas | 105 |
| Equipamiento de Taller | 107 |
| Opción técnica N°1 – Labor Artesanal | 117 |
| Consideraciones..... | 117 |
| Layout de Planta..... | 121 |
| Inversión Inicial..... | 122 |
| Opción técnica N°2 – Nivel de Automatización Medio. | 124 |
| Consideraciones..... | 124 |
| Layout de Planta..... | 129 |
| Inversión Inicial..... | 130 |
| Opción técnica N°3 – Nivel de Automatización Alto. | 133 |
| Consideraciones..... | 133 |
| Layout de Planta..... | 137 |
| Inversión Inicial..... | 138 |
| Evaluar Sitio(s) | 140 |
| Tamaño de Taller. | 140 |
| Clima – Acondicionamiento de aire..... | 140 |
| Acceso de Proveedores y Clientes. | 141 |
| Servicios Básicos | 141 |
| Niveles de Ruido | 141 |
| Contaminación | 142 |
| Selección de Alternativa | 142 |
| Open Canvas Innovation | 146 |
| CAPÍTULO VII. FEL III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO..... | 149 |
| Roles y Responsabilidades | 149 |
| Alcance del Proyecto..... | 150 |
| Análisis de Riesgos del Proyecto | 158 |
| Plan de respuesta a los riesgos | 159 |
| Administración del Proyecto | 162 |
| Comunicaciones..... | 162 |
| Solicitudes de Información..... | 162 |
| Advertencias Tempranas..... | 163 |
| E-mails. | 163 |
| Comunicaciones Verbales..... | 163 |
| Reuniones..... | 163 |
| Formato de Reuniones | 164 |
| Programación y Monitoreo..... | 164 |
| Cronograma de Ejecución..... | 164 |
| Ingeniería de Proyectos – Planos | 166 |
| Trabajos por Terceros..... | 166 |
| Registros Fotográficos | 166 |
| Seguridad Industrial | 167 |
| Gestión de Costos | 167 |

| | |
|---|-----|
| Costo Base | 167 |
| Procedimientos de Control de Cambios | 168 |
| Control de Diseño | 168 |
| Registros de Diseño..... | 169 |
| Control de Calidad | 169 |
| Responsabilidades de Contratistas..... | 169 |
| Inspecciones en Sitio | 170 |
| Aprobaciones y pagos | 170 |
| Valuaciones | 170 |
| Pagos..... | 170 |
| Puesta en Servicio Finalización y Entrega..... | 171 |
| Pruebas y puesta en marcha | 171 |
| ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 173 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 177 |
| LECCIONES APRENDIDAS | 180 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 183 |
| ANEXOS | 186 |
| Anexo A. Descripciones de Cargos para el FEL | 186 |
| Anexo A.1 Descripción del Puesto: Director Ejecutivo | 186 |
| Anexo A.2 Descripción del Puesto: Gerente de Proyectos..... | 189 |
| Anexo A.3 Descripción del Puesto: Ingeniero de Proyectos..... | 191 |
| Anexo A.4 Descripción del Puesto: Analista Financiero. | 193 |
| Anexo A.5 Descripción del Puesto: Estimador. | 195 |
| Anexo A.6 Descripción del Puesto: Ingeniero Supervisor. | 197 |

ÌNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Cronograma de desarrollo de la Investigación..... | 46 |
| Tabla 2. Operacionalización de las Variables..... | 47 |
| Tabla 3. Involucrados del Proyecto..... | 66 |
| Tabla 4. Diccionario de Estructura Desagregada de Trabajo – Fábrica de Ductos de 704 Ingeniería..... | 67 |
| Tabla 5. Estimado de Costos Clase V para la construcción..... | 69 |
| Tabla 6. Presiones estáticas en ductos..... | 75 |
| Tabla 7. Clasificación de Sellado de Ductos..... | 76 |
| Tabla 8. Estaciones de Fabricación..... | 102 |
| Tabla 9. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 1..... | 114 |
| Tabla 10. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 1... | 116 |
| Tabla 11. Inversión inicial para Opción técnica 1..... | 119 |
| Tabla 12. Costo de labor para Opción técnica 1..... | 121 |
| Tabla 13. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 2... | 122 |
| Tabla 14. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 2... | 124 |
| Tabla 15. Inversión inicial para Opción técnica 2..... | 127 |
| Tabla 16. Costo de labor para Opción técnica 2..... | 129 |
| Tabla 17. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 3... | 130 |
| Tabla 18. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 3... | 132 |
| Tabla 19. Inversión inicial para Opción técnica 3..... | 135 |
| Tabla 20. Costo de labor para Opción técnica 3..... | 137 |
| Tabla 21. Resultados de Análisis de Alternativas..... | 138 |
| Tabla 22. Diccionario del Paquete de Trabajo 1..... | 148 |
| Tabla 23. Diccionario del Paquete de Trabajo 2..... | 150 |

| | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|-------------|-----|-----------|----|---------|-----|
| Tabla 3..... | 24. | Diccionario | del | Paquete | de | Trabajo | 151 |
| Tabla 4..... | 25. | Diccionario | del | Paquete | de | Trabajo | 153 |
| Tabla 5..... | 26. | Diccionario | del | Paquete | de | Trabajo | 154 |
| Tabla 6..... | 27. | Diccionario | del | Paquete | de | Trabajo | 155 |
| Tabla 28. | Descripción de riesgos..... | | | | | | 156 |
| Tabla riesgos..... | 29. | Plan | de | respuesta | a | los | 158 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ciclo de Vida de los Proyectos según el Project Management Institute. | 18 |
| Figura 2. Traslape de los cinco procesos..... | 20 |
| Figura 3. Impacto de las Variables en Función del Tiempo del Proyecto..... | 21 |
| Figura 4. Ciclo de Vida de los Proyectos..... | 22 |
| Figura 5. Ciclo de Vida de los Proyectos..... | 23 |
| Figura 6. Fases del Front – End – Loading..... | 23 |
| Figura 7. Fase Visualizar..... | 24 |
| Figura 8. Fase Conceptualizar..... | 26 |
| Figura 9. Fase Definición..... | 28 |
| Figura 10. Toma de Decisión..... | 29 |
| Figura 11. Curvas de Influencia y Gasto para el ciclo de vida del Proyecto..... | 31 |
| Figura 12. Business Model Canvas..... | 32 |
| Figura 13. Open Innovation Canvas..... | 35 |
| Figura 14. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral..... | 39 |
| Figura 15. EDT – WBS de la Investigación..... | 44 |
| Figura 16. Organigrama de la Empresa..... | 50 |
| Figura 17. Adaptación Fase Visualizar..... | 51 |
| Figura 18. Lienzo de Modelo de Negocio – Taller de Ductos de 704 Ingeniería C.A..... | 52 |
| Figura 19. Lienzo de Modelo de Negocio – Propuesta de Valor..... | 52 |
| Figura 20. Lienzo de Modelo de Negocio – Segmentos de Clientes..... | 53 |
| Figura 21. Organización Típica de Proyectos..... | 54 |
| Figura 22. Estructura de Contratación de Obras..... | 54 |
| Figura 23. Lienzo de Modelo de Negocio – Canales de Distribución..... | 55 |
| Figura 24. Lienzo de Modelo de Negocio – Relaciones del Cliente..... | 56 |
| Figura 25. Lienzo de Modelo de Negocio – Flujo de Ingresos..... | 56 |
| Figura 26. Lienzo de Modelo de Negocio – Recursos Claves..... | 57 |
| Figura 27. Lienzo de Modelo de Negocio – Actividades Claves..... | 59 |
| Figura 28. Lienzo de Modelo de Negocio – Alianzas | 60 |
| Figura 29. Lienzo de Modelo de Negocio – Estructura de Costos..... | 61 |
| Figura 30. Mapa Estratégico de la Organización..... | 63 |
| Figura 31. EDT Preliminar del Proyecto..... | 67 |
| Figura 32. Cronograma de Ejecución Preliminar..... | 70 |
| Figura 33. Adaptación Fase Conceptualizar..... | 71 |
| Figura 34. Organigrama del Pre-Project Planning..... | 72 |
| Figura 35. Ciclo de Vida del modelado BIM..... | 73 |
| Figura 36. Especificaciones del Acero Galvanizado..... | 77 |
| Figura 37. Espesores de lámina recomendadas para ductos rectangulares..... | 78 |
| Figura 38. Juntas Transversales TDC..... | 79 |
| Figura 39. Detalles Juntas Transversales TDC..... | 79 |
| Figura 40. Esquineros, Corners o Conectores TDC..... | 80 |
| Figura 41. Detalle de junta Pittsburgh Lock..... | 81 |

| | |
|--|-----|
| Figura 42. Lugares posibles para la Junta Pittsburgh Lock..... | 82 |
| Figura 43. Refuerzos (Beads) en ductos..... | 82 |
| Figura 44. Instalación de Aislamiento (Liners)..... | 84 |
| Figura 45. Macroproceso de la Fábrica de ductos. | 86 |
| Figura 46. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Sección Clientes. | 88 |
| Figura 47. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Oficina de Proyectos..... | 90 |
| Figura 48. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Taller de Ductos - Manufactura..... | 91 |
| Figura 49. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 1. | 92 |
| Figura 50. Estaciones de trabajo para Ductos Rectos. – Línea de producción 1.. | 93 |
| Figura 51. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 2..... | 93 |
| Figura 52. Estaciones de trabajo para Fittings. – Línea de producción 2..... | 95 |
| Figura 53. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 3..... | 95 |
| Figura 54. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción N..... | 96 |
| Figura 55. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Armado y Etiquetado..... | 97 |
| Figura 56. Etiqueta de Pieza de Fabricación. | 97 |
| Figura 57. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Control de Calidad. | 98 |
| Figura 58. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Almacén Transitorio y Despacho..... | 99 |
| Figura 59. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Sistema BMS. | 100 |
| Figura 60. Sistema BMS para monitoreo y Control. | 101 |
| Figura 61. Macroproceso de la Fábrica de ductos – Clientes. | 101 |
| Figura 62. Cizalla | 104 |
| Figura 63. Perfiladora Pittsburgh Lock (curvo) | 104 |
| Figura 64. Máquinas Ductos Rectos Automáticas (Full Line) | 105 |
| Figura 65. Máquina Ductos Rectos Automáticas (Starters) | 106 |
| Figura 66. Perfiladora Pittsburgh Lock (recto)..... | 107 |
| Figura 67. Perfiladora TDC | 108 |
| Figura 68. Dobladora Automática | 109 |
| Figura 69. Pittsburgh Closer | 110 |
| Figura 70. Instaladora de Esquineros..... | 111 |
| Figura 71. Alimentadores de Plasma..... | 112 |
| Figura 72. Router CNC – Plasma..... | 113 |
| Figura 73. Layout de planta – Opción Técnica 1..... | 118 |
| Figura 74. Layout de planta – Opción Técnica 2..... | 126 |
| Figura 75. Layout de planta – Opción Técnica 3..... | 134 |
| Figura 76. Re-estructuración Organizacional..... | 142 |
| Figura 77. Open Innovation Canvas..... | 143 |
| Figura 78. Adaptación Fase Definir..... | 146 |
| Figura 79. Gobernabilidad del Proyecto en Fase de Ejecución..... | 147 |
| Figura 80. Estructura Desagregada de Trabajo - Fase de Ejecución..... | 148 |
| Figura 81. Matriz de Riesgos..... | 156 |
| Figura 82. Formato de Reuniones..... | 161 |
| Figura 83. Cronograma de Ejecución..... | 162 |

| | |
|--|-----|
| Figura 84. Flujo de Caja del Proyecto. | 164 |
| Figura 85. Costo de Actividades del Proyecto..... | 165 |
| Figura 86. Actualización Open Canvas Business Model..... | 169 |
| Figura 87. Modelo de las 5 Fuerzas de Porter..... | 171 |

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

| | |
|-------|---|
| ASTM | American Society for Testing and Materials. |
| BSC | Balance Score Card |
| BIM | Building Information Modelling |
| CAD | Computer Assistant Design |
| CAM | Computer Assistant Manufacturing |
| CII | Construction Industry Institute |
| CMI | Cuadro de Mando Integral |
| CNC | Control Numérico Computarizado |
| DAFO | Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades |
| EDT | Estructura Desagregada de Trabajo |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| FEED | Front-End Engineering Design |
| FEL | Front End Loading |
| FEP | Front End Planning |
| HVAC | Heating Ventilation Air Conditioning |
| IPA | Independent Project Analysis |
| MEP | Mechanical Electrical and Plumbing |
| PEP | Plan de Ejecución del Proyecto |
| PLM | Product Lifecycle Management |
| PMBOK | Project Management Book Of Knowledge |
| PMI | Project Management Institute |
| PPP | Pre-Project Planning |
| SGC | Sistema de Gestión de Calidad |
| TEG | Trabajo Especial de Grado |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| TMM | Traditional Management Method |
| VPN | Valor Presente Neto |

INTRODUCCIÓN

El investigador ha internalizado que los proyectos son una herramienta para hacer realidad las ideas de las personas, empresas u organizaciones y como parte integral de la sociedad para su propia evolución.

Durante su vida profesional, ha ido madurando en el mundo de proyectos, primero de manera empírica y luego, con la entrada a la Especialización en Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos (EPDGP), de la Universidad Monteávila¹, UMA de ahora en adelante, en el mundo de la academia.

En lo profesional, el investigador, con un primer acercamiento a proyectos de climatización, realizó sus labores como Ingeniero de Proyectos en la empresa Venezolana de Proyectos Integrados, C.A², VEPICA, en su sede de Caracas, aplicando los principios de ingeniería conceptual, básica y de detalle, donde se diseñaba, estimaba y seleccionaba los sistemas bajo parámetros de eficiencia y calidad considerando normativas nacionales e internacionales.

En la búsqueda de seguir adelante con los proyectos de climatización en la fase posterior de construcción, ingresa en la organización 704 Ingeniería C.A³, dedicada al montaje y puesta en marcha de sistemas de acondicionamiento de aire, dentro de la empresa, se toma en cuenta la comercialización de los sistemas de transporte de aire (ductería) fabricadas en chapas metálicas en acero galvanizado.

Debido a los requerimientos de la empresa en abarcar segmentos de mercado amplios como centros comerciales, transporte masivo, aeropuerto, el investigador se ve

¹ www.uma.edu.ve

² www.vepica.com

³ www.704ingenieria.com

motivado en tomar el programa propuesto, de la UMA, de la EPDGP, de esta manera lograr un desarrollo profesional aportando nuevas ideas al negocio.

Entre las nuevas ideas de expansión se encuentra la construcción de una fábrica de ductos en acero galvanizado en los Estados Unidos de América, de esta manera, se requiere de la aplicación de metodologías y de buenas prácticas en la gestión de proyectos para hacer realidad este requerimiento.

Para lograr estos cometidos, el TEG está estructurado como sigue:

El Capítulo I, Planteamiento de la Investigación, contempla el planteamiento y delimitación de la problemática, la pregunta de la investigación, los objetivos planteados (general y específicos), el alcance tomando en consideración las limitaciones y restricciones.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se incluyen los antecedentes de la investigación, los conceptos y bloques teóricos que giran alrededor de la temática de aplicación para la planificación, desarrollo y gestión de proyectos, además de otros conceptos y teorías aplicables. Esta sección es culminada con las Bases Legales relacionadas a la Investigación.

Para la temática del Capítulo III, Marco Metodológico, se establece la planificación para la realización de la investigación, se enuncia el tipo, las técnicas e instrumentos para el análisis y recolección de datos, fases, cronograma, operacionalización de variables, y los aspectos éticos de la investigación.

El Capítulo IV, Marco Organizacional, apunta a mostrar la entidad donde se desarrolla la investigación, se indican la Misión, la Visión y los Valores Empresariales, conjuntamente la estructura organizativa durante la aplicación de la investigación.

Los Capítulos V (Visualización del Proyecto), VI (Conceptualización del Proyecto) y VII (Definición del Proyecto) que se corresponden con el empoderamiento, la propuesta conceptual y los detalles preliminares del proyecto, contemplan la planificación de la implementación de la Fábrica de Ductos, se desarrolla la propuesta de valor, estrategias de implementación, se estudian conceptos fundamentales, se evalúan opciones sometiéndolas a indicadores técnicos y financieros, finalmente, se selecciona la mejor opción y es desarrollado el paquete de definición del proyecto.

Seguidamente, se encuentran las lecciones aprendidas donde se enuncia el aprendizaje asociado desde el punto de vista de la academia con la aplicación de las herramientas gerenciales adquiridas durante la Especialización y con respecto a la realización de la investigación y su impacto sobre la organización.

Finalmente, se especifican las Conclusiones y Recomendaciones dando las respuestas por cada uno de los objetivos planteados en la fase de planificación del proyecto.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento de la situación problemática

Desde principios del siglo pasado nace el concepto de la climatización y conjunto a esto el acondicionamiento de aire, Willis Carrier dio lugar a la primera máquina para controlar humedad y temperatura a partir del ciclo termodinámico de refrigeración que consta de elementos mecánicos como compresor, condensador, válvula de expansión termostática y evaporador. Este último posee a su vez dos componentes principales, el ventilador y serpentín para tratamiento del aire, el proceso de transferencia de calor se genera para obtener volúmenes de aire determinados en ambientes con condiciones de diseño interiores de temperatura y humedad.

Para una distribución de los volúmenes de aire desde la unidad ventilador – serpentín hasta los elementos terminales (rejillas, difusores, etc), en la mayoría de los casos, se hace el uso de ductería en acero galvanizado de diversos calibres determinados a partir de las dimensiones del ducto, por tanto, el tratamiento del aire se realiza de manera efectiva canalizando los caudales de aire requeridos para el manejo de las cargas térmicas por ambiente.

Los sistemas de ductos en el ámbito tradicional – artesanal son fabricados por equipos de trabajo conformados por maestros ducteros, ducteros, trazadores y ayudantes, con el avance de la tecnología hoy en día existen tanto maquinarias y equipos que sustituyen la mano de obra por depreciación de equipos, en consecuencia, es posible lograr una casi total automatización de los procesos de fabricación.

704 Ingeniería C.A empresa venezolana dedicada al ramo de los proyectos de construcción en el área de sistemas electromecánicos, sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación mecánica industrial, comercializa entre varios productos y servicios, ductería prefabricada. Posee un taller mecánico donde transforma la materia

prima (lámina galvanizada) en piezas de ductos armados y aislados internamente, ofreciendo al mercado un producto de fácil instalación mediante pernos de sujeción, siendo esta la ventaja competitiva entre otras empresas con productos similares, reduciendo los tiempos de instalación en obra, en consecuencia, los riesgos y costos de labor en campo.

Inicialmente, la organización conjuntamente con su talento humano y artesanos ha logrado crear un Know-how de fabricación tradicional con herramientas manuales (dobladoras, cizallas, tijeras, y martillos) evolucionando de manera empírica y mejorando el producto en base al ensayo y error. Debido al crecimiento del negocio y la magnitud de las obras contratadas pasó a fabricar los productos con un sistema semi-automático con perfiladoras y cama de corte por plasma respaldado por software de trazados digital.

A partir de este desarrollo, 704 ingeniería C.A ha tenido avances importantes en materias de gestión, análisis de calidad, en procesos y métodos de fabricación con la finalidad de realizar la mejora continua, ubicando esto como una gran fortaleza que abre la brecha entre competidores dedicados a la fabricación de ductos pre-ensamblados. Siendo fiel a sus planes de internacionalización y mejora continua de la unidad de negocio, ha decidido poner en marcha un emprendimiento para la puesta en funcionamiento de una fábrica de ductos los Estados Unidos de América, apalancándose en su desarrollo actual tecnológico y sus activos intangibles para penetrar de manera efectiva en el nuevo mercado.

De esta manera, se propone realizar el plan de implementación para el proyecto de construcción de una fábrica de ductos automatizada, deben ser estudiadas las viabilidades técnicas y financieras, analizar las opciones para el proyecto considerando la demanda del mercado, por tanto, el tomador de la decisión de inversión, el patrocinador, tenga un panorama claro sobre las tareas previas a la puesta en

funcionamiento de la planta, así se estará garantizando que la inversión retorne según los indicadores financieros aceptables.

Una vez instalada, la gestión, ingeniería y aspectos administrativos serán realizados por el talento humano ubicado en la oficina central en la ciudad de Caracas, Venezuela. La fábrica de ductos será monitoreada de manera remota por especialistas en oficina central soportándose en el sistema ERP.

Formulación del problema

Con lo anterior expuesto surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo debe estar conformado un plan de implementación basado en la metodología “Front – End – Loading” para el proyecto de la fábrica de ductos de la empresa 704 Ingeniería, C.A?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Desarrollar el Plan de Implementación para el proyecto de Fábrica de ductos en acero galvanizado de 704 Ingeniería. C.A

Objetivos Específicos:

- Visualizar el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado.
- Conceptualizar el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado.
- Definir el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado.

Justificación

La investigación se enmarca en el ámbito de la planificación de proyectos de construcción, aplicando lineamientos de la metodología del Front-End-Loading para determinar las líneas bases de costos, alcance y cronograma, adicionalmente, el análisis de tecnologías y selección de la mejor opción para el emprendimiento planteado por la organización.

Actualmente, la organización posee un estudio de mercado titulado “Industry, Market and Projections Report” realizado por la empresa S&F Projects, donde clasifica el proyecto de la fábrica de ductos de 704 Ingeniería C.A como factible técnica y financieramente en esta se estiman los indicadores financieros (VPN y TIR). A pesar de indicar el mercado potencial a atender, este no contempla un estudio de tecnología riguroso ni un plan de ejecución detallado.

Con esto, se genera la oportunidad de generar un plan para la ejecución del proyecto, la investigación llena este vacío, atendiendo la necesidad de realizar una planificación previa a la construcción, aportando conocimientos necesarios durante la fase de ejecución y operación de la planta de ductos, garantizando así, que la idea de negocio sea realizada de exitosamente y que se logre adquirir los dividendos previstos. Por tanto, se le ofrece al patrocinador del proyecto, una herramienta para facilitar la toma de decisiones, teniendo disponible los riesgos asociados de la inversión.

Alcance de la Investigación

El alcance de la presente investigación contempla la aplicación de la metodología de desarrollo de proyectos de inversión “Front – End –Loading” (FEL) establecido por el Construction Industry Institute (CII) para la puesta en marcha de la fábrica de ductos automatizada a ser instalada los Estados Unidos de América con operaciones de ingeniería y administración en la oficina central ubicada en Caracas, Venezuela.

De esta manera, se considera aplicar las fases de: **Visualización (FEL I)** para la identificación de la oportunidad de negocio basado en el estudio de factibilidad económica, la **Conceptualización (FEL II)** para realizar el planteamiento del proyecto, además, del análisis de conceptos y el Macroproceso, por último, la conformación del equipo de trabajo y estructura organizacional requerida, la **Definición (FEL III)** destinado al desarrollo del alcance del proyecto, plan de ejecución y redistribución de las inversiones.

Limitaciones y Restricciones.

- Disposición de la empresa 704 Ingeniería para la entrega de información clasificada como confidencial pertinente para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.
- La limitación de la aplicación de las etapas posteriores a la aplicación del FEL, ejecución y operación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Según (Méndez, 2001) describe que el marco teórico es: "... una descripción detallada de cada uno de los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en el desarrollo de la investigación". Por tanto, se explican y se desarrollan los conceptos requeridos para sustentar la investigación dando apoyo a su creación.

Antecedentes de la Investigación

Todo trabajo investigativo previo relacionado al presente se considera como un antecedente, los cuales aportan análisis precedentes, datos, conceptos y todo elemento que contribuya al enriquecimiento del Trabajo Especial de Grado, tal como lo indica (Balestrini, 2001) "todo hecho anterior a la formulación del problema que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado, constituye los antecedentes del problema".

Olivo, Pérez y Sánchez (2016), en su trabajo investigativo "**Aplicación de la Guía PMBOK para el Proyecto de Construcción de una Línea Automatizada de Fabricación de Ductos de Aire Acondicionado y Ventilación para la Empresa Refriamerica C.A.**", realizaron la investigación para dar respuestas innovadoras para la inversión y expansión en el mercado venezolano de la empresa Refriamerica C.A, a través de la aplicación de la metodología presentada en la Guía "Project Management Body of Knowledge", para el proyecto de construcción de una línea de fabricación de ductos automatizada. El desarrollo del trabajo investigativo se enmarcó en la metodología para la gestión de proyectos en las áreas de conocimiento en sus fases de inicio y planificación, de esta manera, la propuesta presentada a la organización se compuso de una amplia visualización en materias de costos y tiempo para la inversión de capital requerido para un taller de ductos con equipos automatizados ubicado en la ciudad de Valencia, Venezuela. Este antecedente aporta requerimientos de selección de equipos, datos de inversión de capital y características particulares de ingeniería que deben ser previstas para la construcción de este tipo de proyectos.

Palabras clave: *“Inversión”, “Mercado”, “Costos”, “Tiempo”, “Capital”, “Construcción”, “Fabricación”*.

Homen (2014), en su Trabajo Especial de Grado titulado **“Desarrollo del Front End Loading del Proyecto de Sistema de Indicadores para la Coordinación Corporativa de Automatización, Tecnología de Información y Telecomunicaciones de CORPOELEC”**, plantea la elaboración de un mecanismo para la accesibilidad a la definición, medición, control y seguimiento de la planificación estratégica de la organización mediante el uso de la metodología del Front End Loading (FEL) basándose en las mejores prácticas en el área, este mecanismo elaborado para ser usado como herramienta y traducir la estrategia en acción, la cual permitió el diseño de objetivos, indicadores y metas, con la finalidad de monitorear el desempeño de las decisiones estratégicas en la unidad en estudio, dando respuesta a la necesidad que tiene la unidad en alinear sus servicios a las estrategias de la empresa, así como anticipar sus necesidades a futuro. La contribución de este Trabajo Especial de Grado a la investigación fue el de identificar las actividades asociadas a las fases de Visualización, Conceptualización y Definición según la aplicación de la planificación de proyectos bajo la aprobación de compuertas propuesto por el Construction Industry Institute (CII).

Palabras clave: *“Indicadores”, “Front End Loading”, “Proyecto”, “CORPOELEC”*.

Tovar (2012), en su Trabajo Especial de Grado titulado **“Metodología de Gerencia de Proyectos bajo enfoque Front-End-Loading (FEL). Caso de estudio: Departamento de ingeniería de Sistemas. UNEXPO – CARACAS”**, donde el propósito de su trabajo fue de plantear una alternativa que mejorara los procesos de gestión de proyectos. A tal efecto, se realizó un estudio de causa-efecto en el Departamento de Ingeniería de Sistemas (DIS) de la UNEXPO. Se identificó aspectos que afectarían el desempeño de los proyectos, cuyo análisis concluyó en la ausencia de una metodología de dirección de proyectos. La metodología planteada se basa en el Front-End-Loading, soportada por la utilización de los factores de competitividad del

DIS identificados con el Diamante de PORTER, de la definición de las fases de ingeniería y la tipología de proyectos, de la propuesta para evaluación de las fases de ingeniería y de gestión de proyectos, y de la formulación de una estrategia y el diseño del mapa estratégico que permitesen realizar los cambios necesarios en el DIS. Esta aportó al presente trabajo los conceptos manejados en las fases en la gestión de proyectos según la metodología de Front-End-Loading, describiendo las fases de Visualización, Conceptualización y Definición.

Palabras Claves: *“Gestión de Proyectos”, “Metodología”, “Front-End-Loading”, “Proyectos”, “Fases”, “Estrategias”, “PORTER”*.

Cárdenas (2010), el Trabajo Especial de Grado que lleva por título **“Plan Preliminar del Proyecto “Desarrollo de un Centro de Investigaciones en Orinoco Iron.”**, comprendió la elaboración del plan preliminar para el desarrollo de un centro de investigaciones en Orinoco Iron, empresa perteneciente al grupo IBH (International Briquette Holding). El plan de proyecto fue desarrollado bajo los lineamientos establecidos en la GGPIC (Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión de Capital) de la organización, donde cubrió las fases de Visualización y Conceptualización para obtener los productos considerados en cada una de estas etapas, respaldados con los planteamientos considerados como mejores prácticas en gerencia de proyectos del Project Management Institute, y del CII (Constructiton Industry Institute). La iniciativa para plantear el desarrollo de este proyecto surge de la necesidad de mantener la viabilidad económica y técnica de la empresa. En este sentido, se considera para la presente investigación los entregables desarrollados en las fases de Visualización y Conceptualización, así como los lineamientos para aplicar la metodología Front-End-Loading en proyectos de inversión para garantizar que los indicadores financieros se mantengan dentro de los rangos factibles.

Palabras Claves: *“Gerencia”, “Proyectos”, “Visualización”, “Conceptualización”, “Fases”, “Centro de Investigación”*.

Rodríguez (2013), en su Trabajo Especial de Grado que lleva por título “**Propuesta de Mejora en la Gestión de Proyectos en el Venezolano de Crédito S.A., Banco Universal**”, estuvo referido en realizar una propuesta de mejoras de la gestión de proyectos en la institución, apoyada en las mejores prácticas del sector bancario con el objetivo de optimizar la administración de proyectos en el Banco, facilitando una metodología estructurada y normalizada, para la gestión de los proyectos tecnológicos, logrando una definición más clara del alcance; diseñando una guía para la correcta planificación de los recursos desde el punto de vista del presupuesto en tiempo y costo, además de identificar los criterios de calidad que deben estar presentes. En esta investigación el autor ilustra las fases de los proyectos según lo establecido en el modelo de Front-End-Loading.

Palabras clave: “*Proyectos*”, “*Gerencia*”, “*Gestión de Proyectos*”, “*Mejores prácticas en el Sector Bancario*”.

Weijde (2008), en su Tesis de Grado titulada “**Front-End Loading in the Oil and Gas Industry: Towards a Fit Front-End Development Phase**”, el autor aplicó conceptos como predictibilidad del costo su relación con el costo-efectividad (costos incurridos en la instalación de “equipos mayores” comparados con el resto de la industria), predictibilidad en los cronogramas y su efectividad (tiempo empleado en el proyecto comparado con el resto de la industria) y los factores para el éxito de los proyectos considerándose: uso de procesos de gerencia de proyectos estructurados por compuertas de aprobación, desarrollo e integración de los equipos de proyectos, y aplicación de las mejoras de valor en los proyectos de la industria petrolera “Oil and Gas”. Por tanto, se desarrolla un marco teórico donde se describe las compuertas de aprobación y entregables con las actividades claves definidas por la naturaleza de los proyectos, siendo las fases de la metodología FED – Front End Development, FED I: Evaluar, FED II: Seleccionar, FED III: Definir, Ejecutar y Operar. Por tanto, esta investigación se alinea con la teoría requerida para el desarrollo de proyectos de inversión de capital mediante compuertas de aprobación.

Anyanwu (2016), en su investigación titulada **“Dynamic Entrepreneurial and Managerial Role in the Front End Loading (FEL) Phase for Sensing and Seizing Emerging Technologies”**, donde el autor referenció parte de la teoría formal de la metodología del Front-End-Loading aplicable a los modelos de negocio, considerando las etapas de planificación y compuertas de decisión, donde los tomadores de decisiones pueden evaluar de manera incremental, las consideraciones de riesgos, inversiones, recursos disponibles, etc, y decidir a tiempo si proseguir o no con la idea del negocio. Así mismo, indica como las organizaciones usan sus capacidades empresariales y gerenciales para detectar, aprovechar y transformar las oportunidades tecnológicas en valor con ayuda de esta herramienta iterativa, así adaptar modelo de negocio según las situaciones. Adicionalmente, se indica que la metodología FEL, se realiza todos aquellos cambios en la estrategia empresarial para las nuevas unidades de negocio, basándose en la planificación y modelado de los escenarios, hasta lograr la selección de la tecnología particular para desarrollar (en la fase de ejecución) la solución que satisfaga las necesidades del cliente.

Palabras Clave: *“Business Model Adaptation”, “Emerging Technologies”, “Dynamic Entrepreneurial Capability”, “Dynamic Managerial Capability”*.

Motta, Goncalves, Rodrigues, Farias, Franca & Meiriño (2014), en su estudio titulado **“Megaproject Front-end Planning: The case of Brazilian Organizations of Engineering and Construction”** realizan un levantamiento de megaempresas dedicadas en el campo de los proyectos de ingeniería y de construcción en Brasil que han aplicado o adaptado la metodología FEL y como alinean la teoría con las prácticas del mercado. Los autores indican que las empresas que han hecho uso del FEL como herramienta de gestión detectan las variaciones de los presupuestos de los proyectos y que gracias a esta, aumentan la predictibilidad de los costos. Realizaron comparaciones entre varios items para verificar la alineación de la teoría con respecto a los resultados identificados en las empresas, entre los factores analizados se encuentran: dinamismo en la Metodología FEL, empresas objetivo que deben aplicar la metodología FEL, rendimiento en cronogramas y costos e indicadores financieros con

respecto a los reales. Como resultado de esta investigación se obtuvo que con la aplicación del FEL mejora las labores en el ciclo de vida de los proyectos de construcción, específicamente en la fase de diseño de los proyectos, donde se desarrolla los estudios estratégicos, se definen la viabilidad, se describe el atractivo del negocio, se realizan estudios preliminares de costos, análisis de riesgos y se produce análisis preliminar de las alternativas de ingeniería.

Palabras Claves: *“Project Management”, “Organizational Strategy” , “Front-End Planning”*

Cheng (1996) en su tesis doctoral titulada **“Impact of Front-End Loading on Construction Project Cash Flows – A mathematical Approach for Determination of Unit Prices in Bidding”** analiza el flujo de caja de los proyectos de construcción de envergadura, asociando las fases de la metodología FEL en ellos, a partir de estos factores detectados el investigador propone un modelo matemático que ayuda a los estimadores generar precios unitarios más precisos en los presupuestos. El investigador indica que el uso de la metodología del Front-End-Loading marca pauta en la competitividad entre las empresas que la usan con respecto al resto, ayudando a la cuantificación de los ahorros, o sobregastos en las obras de construcción.

Palabras Claves: *“Front-End-Loading”, “Mathematical Approach”, “Bidding”, “Cash Flows”, “Construction Projects”*.

Yussef, El Asmar, Ramsey & Gibson (2017) en su investigación titulada **“Front End Engineering Design for Large Industrial Projects: Industry Perception and State of Practice”** indican que la metodología del Front End Planning (FEP) es el proceso de desarrollo de información estratégica suficiente, con el que los propietarios pueden abordar el riesgo y decidir si comprometer recursos para maximizar la probabilidad de un proyecto exitoso. Esta investigación aporta conceptos básicos de aplicabilidad del Front- End – Planning en proyectos de embercadura como: exactitud en estimado de costos, en estimados de tiempos, análisis de los interesados, recursos del proyecto, entre otros.

Palabras Claves: *“Front End Planning”, “Front End Engineering Design”, “Maturity”, “Accuracy”*

Viana (2015), en su tesis de doctorado **“Integrated production planning and control model for prefabrication and site installation”** propone un modelo de gestión de proyectos de construcción considerando la industrialización de la construcción, su investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo de integración para las áreas de: planificación y control de la producción, planificación, control de sistemas prefabricados y diseño, fabricación y ensamblaje en sitio. Adicionalmente, se encuentra enfocado un modelo de producción industrializada “engineer-to-order” donde se aborda como premisa la prefabricación, con esto integra a la propuesta una “planta de prefabricación” ajustada a las necesidades del proyecto de construcción. Esta investigación se alinea a la concepción fundamental desarrollada en el presente trabajo de productos prefabricados, en este caso para las piezas conformantes de un sistema de distribución de aire, siendo cortadas, dobladas, aisladas y armadas en fábrica, entregando a la construcción elementos listos para el montaje.

Palabras clave: *“Production Planning and Control systems”, “Engineer-to-Order”, “Last Planner System”*.

Kent (2014), en su estudio **“Current BIM Practices of Commercial MEP Contractors”** detecta las prácticas de la metodología BIM en una muestra de contratistas electromecánicas en Estados Unidos, estas empresas aplican la metodología donde son vistos los mejores resultados en ciertas áreas de la construcción. El autor lista seis indicadores claves: rentabilidad, duración de cronogramas, eficiencia en campo, ordenes de cambio, retrabajos, y seguridad. Adicionalmente, indica los mejores usos del BIM en las organizaciones: coordinación de detección de interferencias, prefabricación, creación de diseño, cómputos métricos y estimaciones de costos. Las contribuciones de este trabajo investigativo es el de lograr identificar y alojar los datos de interés dependiendo de la organización para lograr una prefabricación efectiva, controlada de manera centralizada con acceso a información

pertinente según el área de la empresa, debido el volumen de la información, las herramientas propuestas en la filosofía BIM sirven de gran apoyo para realizar ingeniería de calidad de manera colaborativa y sinérgica.

Palabras clave: *“Building information modeling”, “BIM”, “MEP”, “current practices”, “clash detection”, “prefabrication”*.

Alizai (2014), desarrolla una investigación **“A model for the implementation of ERP systems in midsize businesses”**, donde propone desde un enfoque estratégico: los procesos de implementación de un ERP (*Enterprise Resource Planner*), etapas, factores y problemas asociados de la puesta en funcionamiento del sistema de información para medianas empresas. La propuesta permite a los managers y clientes un mejor entendimiento sobre la implementación. Esta investigación establece la base fundamental para lograr de una manera efectiva la implementación de un software ERP e integración con las áreas de la organización, por tanto, se desarrolla el concepto de los “4 P”, People, Product, Process, Performance, para el caso de la organización 704 Ingeniería, C.A la cual posee un ERP, se logró identificar como debe ser adaptados los conceptos de Pre-fabricación y filosofía BIM para ser integrados en el software de gestión para el manejo de los recursos.

Palabras clave: *“Adoption models”, “Management information systems”, “business management systems”, “ERP”*.

Bases Teóricas

Proyecto

Existen diversas concepciones a lo que proyecto se refiere, enfocadas según al área de aplicación, estos nacen a partir de los requerimientos de mejora, pasar de un estado inicial de insatisfacción a uno final que es el estado deseado, en ocasiones los estados iniciales se nombran como requisitos de negocio, problemas u oportunidades.

En este sentido, (PMI, 2017) define proyecto como "... un esfuerzo temporal realizado para crear un producto, servicio o resultado único". Siendo temporal debido a que tiene un inicio y fin definido, donde el producto, servicio o resultado único, sufre un proceso de transformación gradual conforme transcurre el tiempo.

De igual manera, (Clements, 2012) especifica que "Un proyecto es un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y el uso eficaz de los recursos". Por tanto, los proyectos poseen una serie de actividades a cumplir, al existir una transformación estas actividades demandan cierta cantidad de recursos (materiales, dinero, equipamiento, talento humano, etc) para lograr el objetivo propuesto.

Así mismo, (Haynes, 1992) indica que, "un proyecto consiste en una operación con un principio y un fin, llevada a cabo para obtener las metas establecidas dentro de los objetivos de costo, tiempo y calidad fijados con anterioridad". Por ende, se evidencia en los proyectos que las variables fundamentales a controlar son: el costo asociado a las actividades, el tiempo requerido, y la calidad de los productos, servicios o resultado único.

Ciclo de vida de los Proyectos según PMI

Como ya se ha mencionado, todo proyecto tiene un comienzo y un fin, para que esto se cumpla deben existir pasos intermedios donde gradualmente se completan actividades asociadas, por tanto, (PMI, 2017) define ciclo de vida de proyecto como "...la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre.". Todo proyecto dependiendo de su naturaleza varía en complejidad y tamaño, la estructura típica establecida por el Project Management Institute (PMI) se encuentra ilustrada en la Figura 1 y la conforma cuatro (4) fases básicas: Inicio del proyecto, Organización y Preparación, Ejecución del trabajo y Cierre del proyecto, en este sentido, se establece un marco referencial para la dirección de los proyectos y no deben ser confundidas con el Grupo de Procesos de la Dirección de Proyectos ilustradas en la Figura 2. Además,

las variables en los proyectos son enmarcadas según las áreas del conocimiento mostradas en la Figura 3.

Así mismo, se encuentran las puertas de cada una de las fases (identificadas con un rombo en la Figura 1), que sirven de indicador para dar culminación de una fase. En estos puntos se encuentran el logro de objetivos y término de entregables. Cada organización puede establecer los términos de las fases como revisiones de la fase, compuerta de etapa, entrada o salida de fase, además de punto de toma de decisiones para definir si continuar o no a los siguientes pasos.

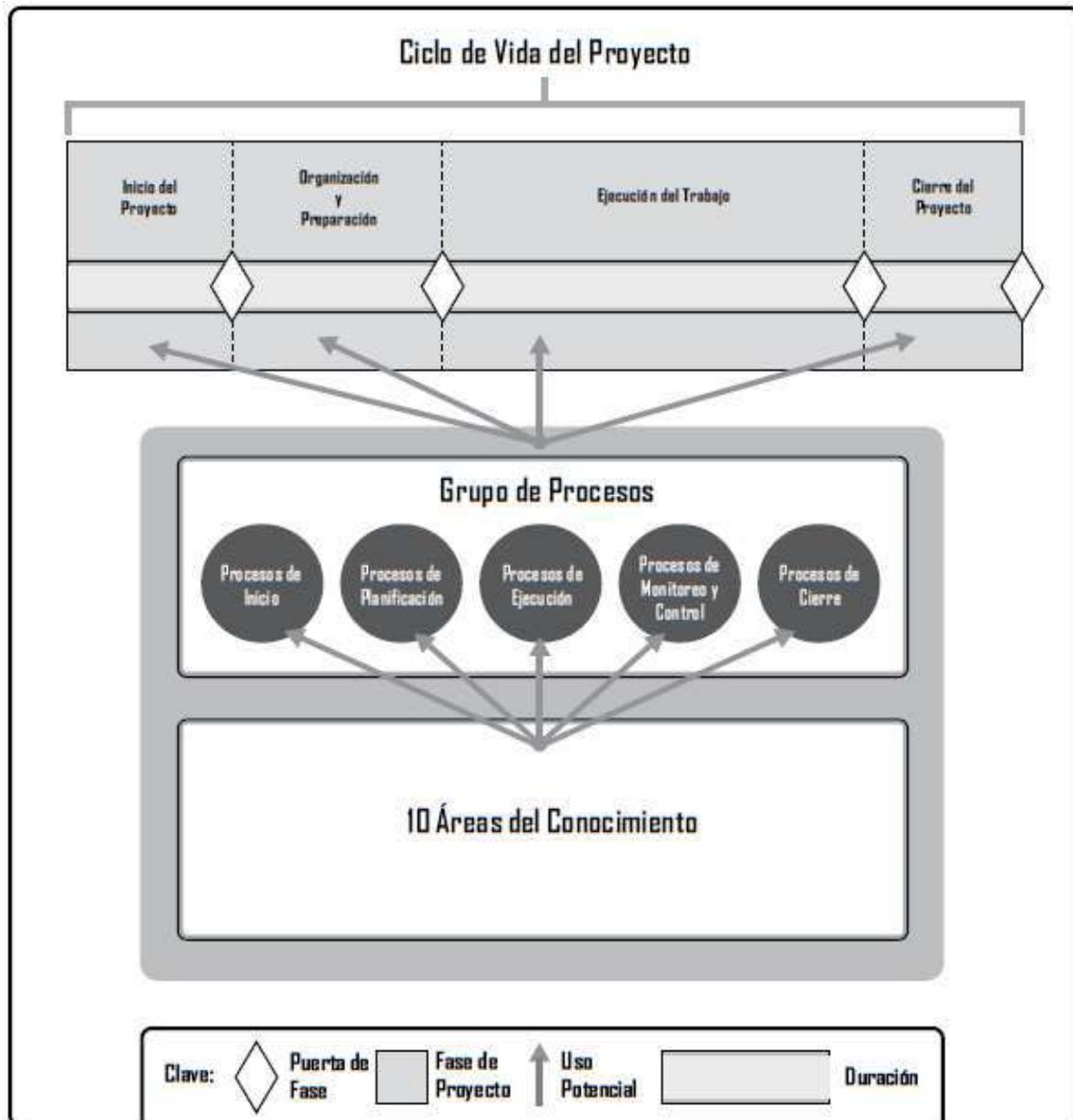


Figura 1 . Ciclo de Vida de los Proyectos según el Project Management Institute. Fuente: PMI (2017).

Grupo de Procesos

Es la agrupación lógica de procesos en la gestión de proyectos para lograr los objetivos planteados, estos grupos son independientes de las fases del proyecto y son considerados por el PMI como: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre.

- El grupo de Procesos de inicio lo contemplan aquellas actividades que definen un nuevo proyecto o una nueva fase de alguno ya existente, esta culmina una vez exista la aprobación del patrocinador para continuar con el resto de los procesos del proyecto.
- En el grupo de Procesos de Planificación, se establece el alcance, se consolidan y verifican los objetivos, además de crear la ruta a seguir para que los objetivos sean logrados.
- El grupo de Procesos de Ejecución es donde se materializa la transformación, se sigue los parámetros definidos en la planificación hasta lograr completar las actividades para alcanzar los objetivos.
- El grupo de Procesos de Monitoreo y Control, se enfocan en realizar el seguimiento, revisión, regular el progreso y asegurar el correcto funcionamiento del proyecto, se analizan y aplican los posibles cambios al plan si es requerido.
- Finalmente, el grupo de Procesos de Cierre, es donde se formaliza la culminación del proyecto, fase o contrato.

En la Figura 2, se puede observar la interacción entre los grupos de procesos conforme el avance del tiempo y el nivel de esfuerzo (cantidad de actividades) que debe ser empleado, por tanto, no se debe considerar aisladamente cada grupo, existen traslape entre ellos donde se realizan actividades de transición que garantizan que el flujo de trabajo sea el adecuado.

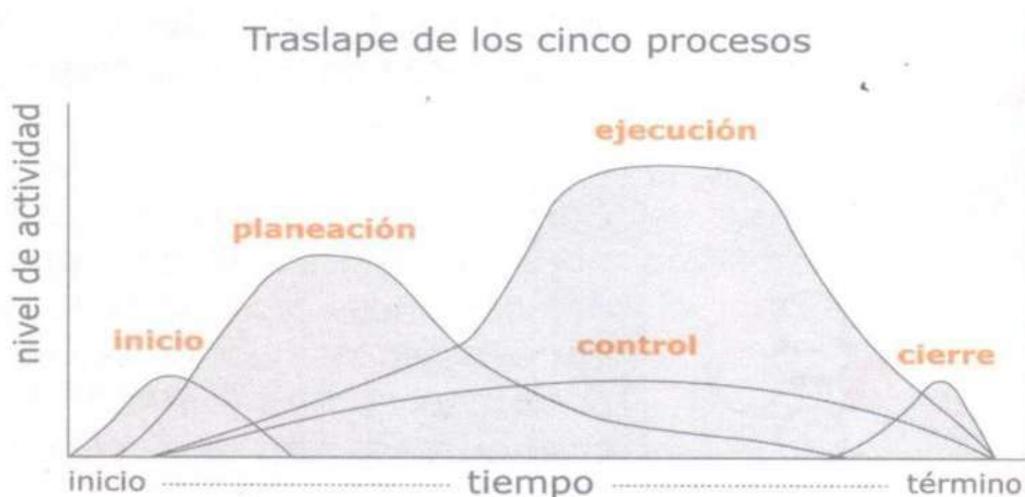
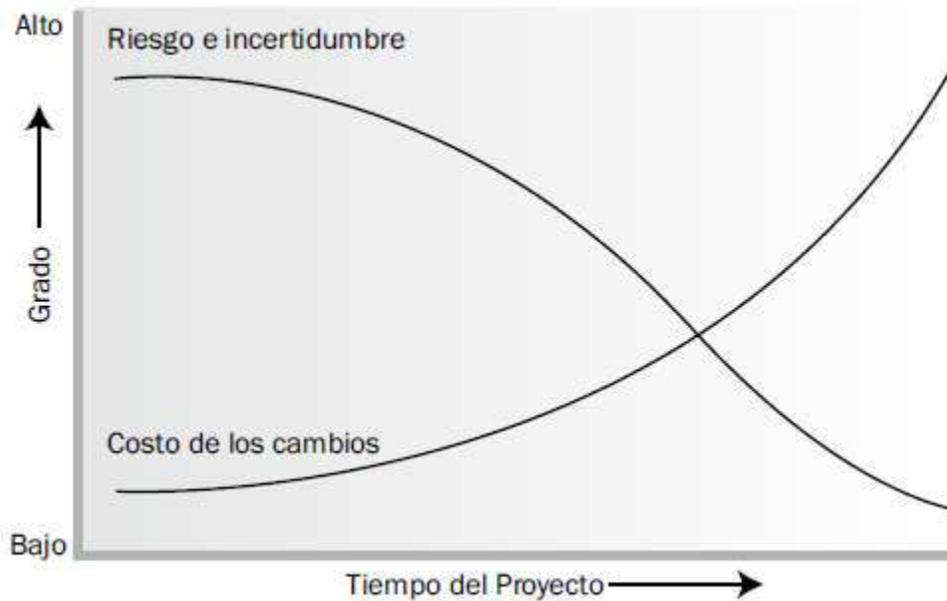


Figura 2 . Traslape de los cinco procesos.
Fuente: Administración profesional de proyectos – Chamoun (2002).

Impacto de Variables de un Proyecto con respecto al tiempo.

Conforme transcurre el tiempo en los proyectos, se avanza en las fases del mismo, inicialmente los riesgos e incertidumbres se encuentran en un mayor grado motivado a la falta de detalles y la toma de decisiones que se basan en suposiciones, experiencias previas o con análisis de escenarios, el costo asociado a los cambios se encuentra en su valor más bajo, es decir, que el cambio de premisas y objetivos tienen un impacto bajo (ver Figura 3).

En contraposición, si se visualiza la situación a las últimas fases del proyecto, la incertidumbre y riesgos llegan a su punto más bajo, ya los involucrados se encuentran en total conocimiento de lo sucedido, mientras que los costos para lograr algún cambio se encuentran en el punto más alto, generalmente el cambio de decisiones y objetivos al final del ciclo de vida demandan gran cantidad de recursos, debido a re-trabajos, arreglos o adecuaciones, en este sentido, se evidencia la importancia de una buena planificación de las variables.



**Figura 3 . Impacto de las Variables en Función del Tiempo del Proyecto.
Fuente: PMI (2017).**

Ciclo de vida de los Proyectos según CII

El Construction Industry Institute (CII) (1995) define las fases del ciclo de vida de los proyectos de construcción de inversión de capital tal lo indicado en la Figura 5, mientras que en la Figura 4 alternativamente se muestran los solapes y la interacción entre las fases, el diagrama muestra los solapes y la iteración entre las fases. Inicialmente todo proyecto inicia con la fase de análisis de factibilidad (Visualización) y se realiza la planificación del negocio. La segunda fase corresponde a la selección de alternativas de solución y es llamada en ocasiones la planificación conceptual (Conceptualización). La tercera fase corresponde al desarrollo del paquete de definición y la toma de decisión para la ejecución del proyecto, es llamada definición detallada del alcance (Definición). La cuarta fase es donde se crea el diseño detallado, procura, construcción y arranque de la solución, esta es llamada ejecución del proyecto (Implementación). Finalmente, se encuentra las operaciones, donde se encuentra el funcionamiento de la facilidad (Operación).

En la siguiente figura, se puede evidenciar que se encuentran una serie de arcos de esfuerzos, los cuales su punto más alto se encuentra entre el inicio y final de cada fase, entre ellos existen solapes llamados transiciones, estas son coyunturas críticas y deben tener especial atención para que las actividades desarrolladas en estos intervalos mantengan la fuerza necesaria para la continuación efectiva del proyecto.

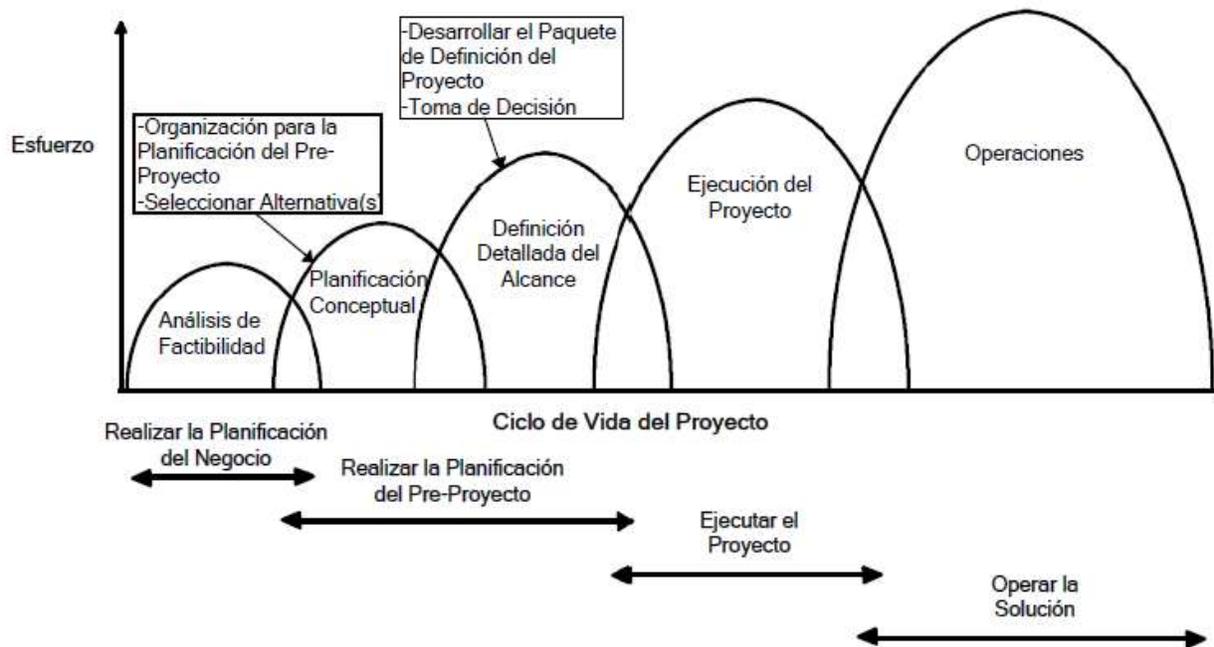


Figura 4 . Ciclo de Vida de los Proyectos.

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995).

Front End Loading (FEL)

El Front End Loading (FEL) también llamado: Pre-Project Planning (PPP), Front-End Engineering Design (FEED), Planificación del Pre-Proyecto o Plan de Implementación, es una metodología de planificación de proyectos de inversión creado por el Independent Project Analysis (IPA) y adaptado por el CII, en la Figura 6 se muestra el proceso según la metodología de aprobación por compuertas. Esta metodología es aplicada para las tres primeras fases en el ciclo de vida (Visualización, Conceptualización y Definición), el (CII, 1995) lo define como “el proceso de desarrollo

de la información estratégica suficiente para que los propietarios aborden el riesgo y decidir comprometer recursos para maximizar las posibilidades de un proyecto exitoso.”

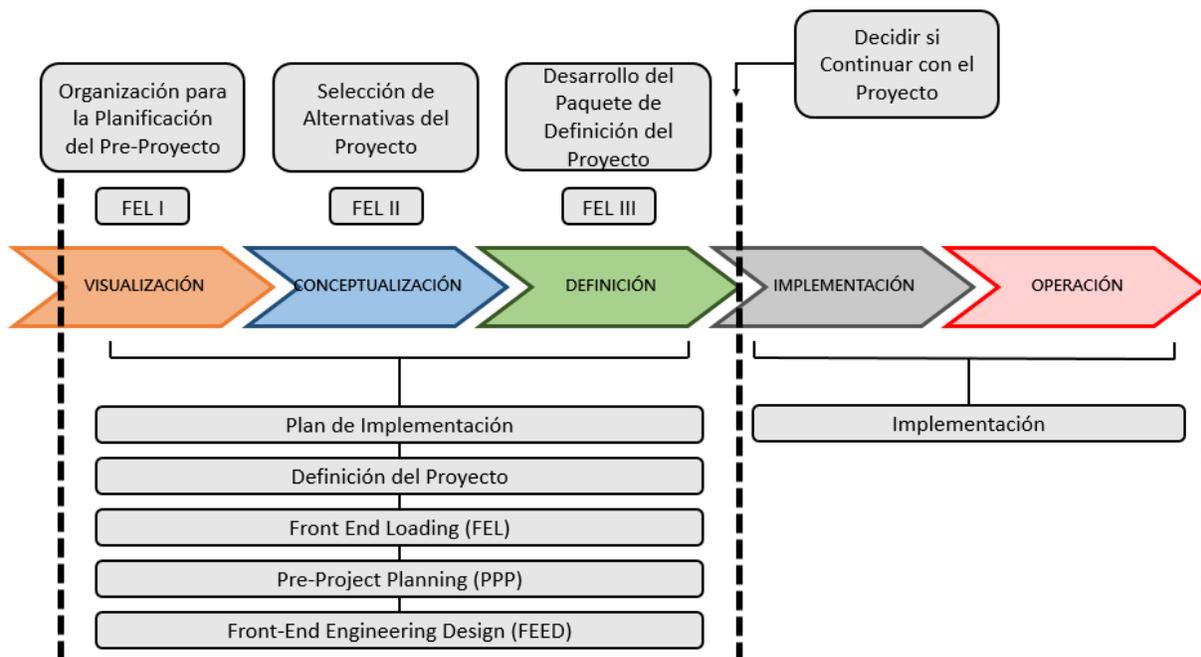


Figura 5 . Ciclo de Vida de los Proyectos.

Adaptado de: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995).

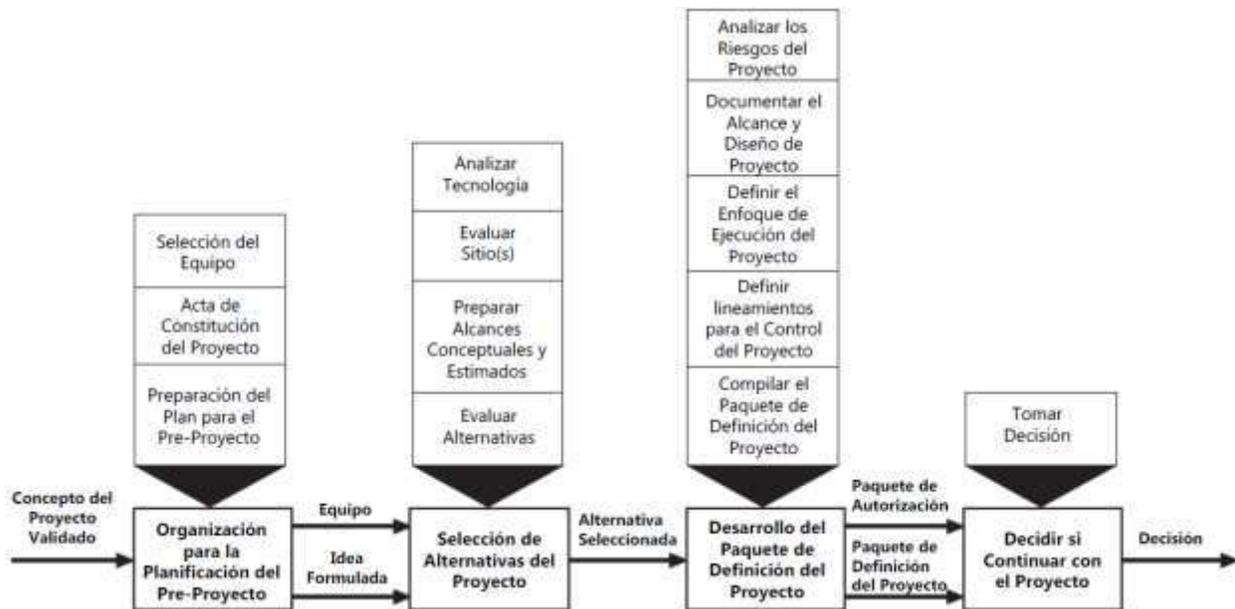


Figura 6 . Fases del Front - End - Loading

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

Fases del Front End Loading

FEL I – Visualización – Organización para la Planificación del Pre-Proyecto:



Figura 7 . Fase Visualizar

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

Esta fase tiene como entrada la idea del proyecto a elaborar, generalmente se encuentran creadas por estudios de mercados y nacen a partir de los requerimientos de la organización para el cumplimiento de objetivos estratégicos como: aumentar ventas, mejorar rendimientos, crear nuevos productos o servicios, establecer algún nuevo departamento, entre otros. Para superar esta fase deben completarse las siguientes actividades:

- **Selección del Equipo**, son los partícipes directos que darán vida a los objetivos propuestos, son el grupo de profesionales elegidos para el desarrollo, deben cumplir con criterios de suficiente experticia en el área de desarrollo. Así mismo, se debe asegurar que todos los interesados del proyecto (Stakeholders) puedan tener una representación en el equipo. Su estructura está enmarcada en algún líder del equipo que pueda dirigir las acciones de los sub-equipos.
- **Redactar el Acta de Constitución del Proyecto**, este es el documento de empoderamiento del proyecto, en torno a este se enfocarán todos los esfuerzos del equipo de proyectos, además de ser la base de todas las comunicaciones, en este se muestra la misión, responsabilidades y autoridad para el proyecto.

Generalmente se estructura bajo los siguientes aspectos, aunque no limitativo: exposición de la necesidad del negocio, objetivos del proyecto, posibles alternativas, definición de la misión (justificación), definición de la calidad de los entregables, requerimientos de tiempo y de presupuesto.

- **Preparar el plan para el Pre-Proyecto**, es la formulación y documentación de los métodos y recursos a usar por la compañía quien realiza el proyecto para lograr planificar los aspectos previos a la realización de las siguientes fases del FEL. En este punto debe considerarse los siguientes aspectos: exposición de la necesidad del negocio, alternativas previas conocidas, definición del cronograma para el FEL, definir los recursos para el FEL en detalle, establecer el presupuesto para el FEL, definir la disponibilidad de la información y necesidades, sitios para el desarrollo de trabajo del FEL, estrategias de contratación, análisis de permisos, definición de entregables, requerimientos de los reportes de estado del FEL, definición de las tareas para minimizar los riesgos para: recursos, tecnología, sitios, mercados, competidores, salud y seguridad; perfil del proyecto: capacidad general, locación, entradas y calidad del producto, revisión de la tecnología, prioridades del FEL, definir las responsabilidades para todo el equipo del FEL.

Las salidas de esta fase son dos, la primera el equipo de trabajo conformado y la segunda, la idea del proyecto totalmente formulada, esto agrega calidad al acta de constitución del proyecto con los objetivos claramente identificados.

FEL II – Conceptualización – Selección de Alternativas del Proyecto:

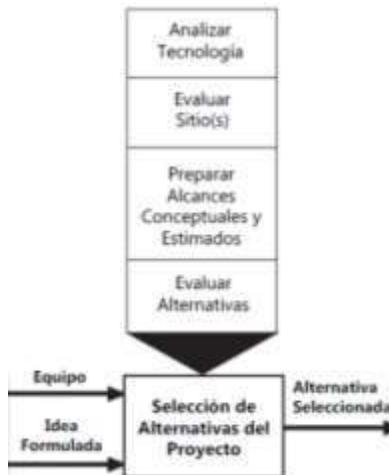


Figura 8 . Fase Conceptualizar

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

Con el equipo ya conformado y la idea formulada se procede a realizar la selección de las alternativas del Proyecto, para lograr esto se deben cumplir las siguientes actividades:

- **Analizar Tecnología**, se realiza la evaluación para identificar los requerimientos de materia prima, empaquetado, labores de operación, costos de mantenimiento, almacenamiento, utilidades, servicios y todos aquellos aspectos necesarios que impactan en el estimado de las inversiones de capital para diferentes opciones. Cabe acotar que el criterio de selección debe ser ponderado por lo siguiente: posición competitiva a largo plazo, calidad de los productos, flexibilidad de los procesos, resultados de análisis financieros, consideraciones operacionales, consideraciones de entorno y compatibilidad con sitios potenciales.
- **Evaluar Sitio(s)**, la función de esta actividad es la de evaluar los pro y contras de las locaciones para cumplir con los requerimientos del cliente y del proyecto, la consideración básica para la elección de un sitio es que este debe maximizar los beneficios a producir. Debe definirse el marco de referencia con respecto al

sitio, este puede ser a nivel global, país, local, dentro de planta, o dentro del edificio.

- **Preparar Alcances Conceptuales y Estimados**, con esta actividad se apunta a la reducción de los riesgos por incertidumbre en una gran medida llegando a niveles aceptables, se verifica la teoría asociada a las tecnologías, y sirve de dato de entrada para el análisis financiero durante la siguiente fase de Evaluar Alternativas. El producto final es un documento para cada una de las alternativas, donde se muestre el alcance conceptual, estimación de costos y requerimientos de recursos.
- **Evaluar Alternativas**, con el filtrado de las alternativas estudiadas previamente, se realiza el estudio minucioso considerando las variables de costo, beneficios, economía, entre otros requisitos, en este punto se debe producir toda la información restante necesaria para la preparación de las recomendaciones que se presentarán a los responsables de la toma de decisiones.

Por tanto, al culminar estas actividades el producto final es una alternativa seleccionada, con un grado de definición técnica y económica suficiente, donde el responsable de la toma de decisiones puede tener a la vista las opciones evaluadas, lograr ponderar, considerar opciones y haciendo que la decisión de proseguir a la siguiente fase sea la correcta.

FEL III – Definición – Desarrollo del Paquete de Definición del Proyecto:



Figura 9 . Fase Definición

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

Una vez seleccionada la alternativa se procede a realizar el paquete de definición del proyecto, en esta fase se debe contar con un nivel de experticia suficiente para tomar en cuenta todos los detalles existentes, se preparan cálculos, layouts, especificaciones, requisiciones y otros documentos técnicos, para lograr desarrollar esta fase se deben cumplir las siguientes actividades:

- **Analizar los riesgos del proyecto**, esta es una herramienta donde se presentan aquellos factores no previstos que pueden existir durante la fase de ejecución, y tener consciencia sobre la afectación de los umbrales establecidos de costos, cronogramas y desempeño técnico. Esta evaluación se realiza de manera cualitativa y cuantitativa.
- **Documentar el alcance y diseño del proyecto**, esta fase dependerá del tipo de propietarios o de la naturaleza del proyecto, donde se encuentran distintos tipos de formatos para el paquete de diseño de un proyecto. Todos aquellos

elementos establecidos previamente en el alcance deben ser revisados y abordarse con el mayor detalle posible, de esta manera cumplir con la expectativa del cliente y trabajar sobre las modificaciones en caso de existir retroalimentación para las mejoras en la presentación de la información

- **Definir el enfoque de ejecución del Proyecto**, también llamado plan de ejecución del proyecto o estrategia de ejecución del proyecto, con este se logra asegurarse que todas las áreas del proyecto se identifiquen y se lleven a cabo de manera efectiva durante la fase de ejecución, tomando en consideración todas aquellas suposiciones tomadas en las fases previas.
- **Definir lineamientos para el Control del Proyecto**, el propósito del control del proyecto es que los participantes dispongan de un plan predefinido y tomar las acciones correctivas en caso de ser necesario. En este punto se puede generar Estructuras Desagregadas de Trabajo (EDT), combinados con cronogramas y estimados de costos como herramientas básicas para el monitoreo de los proyectos en su fase de ejecución
- **Compilar el Paquete de Definición del Proyecto**, es un resumen ejecutivo para los responsables para la toma de decisión, en este se encuentra ensamblados los documentos y soportes siendo guía para la ejecución del proyecto.

Tomar decisión:



Figura 10 . Toma de Decisión

Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

En esta etapa, el tomador de decisiones podrá suministrar los recursos necesarios para proceder con la ejecución del proyecto, igualmente, él puede aplicar comentarios y asignar fondos adicionales para la revisión de fases anteriores para la mejora del plan trazado.

Impacto del FEL en los Proyectos de Inversión de Capital

En la Figura 11, se muestra gráficamente el comportamiento de la influencia de las decisiones sobre el proyecto y de los gastos asociados a cambios según la fase, se evidencia que es mucho más sencillo influenciar sobre los resultados del proyecto en etapas tempranas, cuando se realiza el estudio comercial (caso de negocio) y durante la planificación del Pre-proyecto (Plan de Implementación), así mismo, el costo asociado a los cambios o a la toma de decisiones tienden a ser más bajos que en fases posteriores del ciclo de vida del proyecto.

Por tanto, la realización del Plan de Implementación se convierte en una fase fundamental para el logro del éxito en un proyecto, logrando ahorros a largo plazo, evitando la inversión de recursos por cambios motivados a una pobre planificación del proyecto. El (CII, 1995) indica que “una buena planificación del pre-proyecto puede reducir los costos del proyecto en hasta un 20 por ciento en promedio versus proyectos mal planificados”, esto motivado a las fases indicadas anteriormente (FEL I, FEL II, FEL III), donde se puede lograr detectar todos aquellos riesgos que puedan afectar la ejecución y operación.

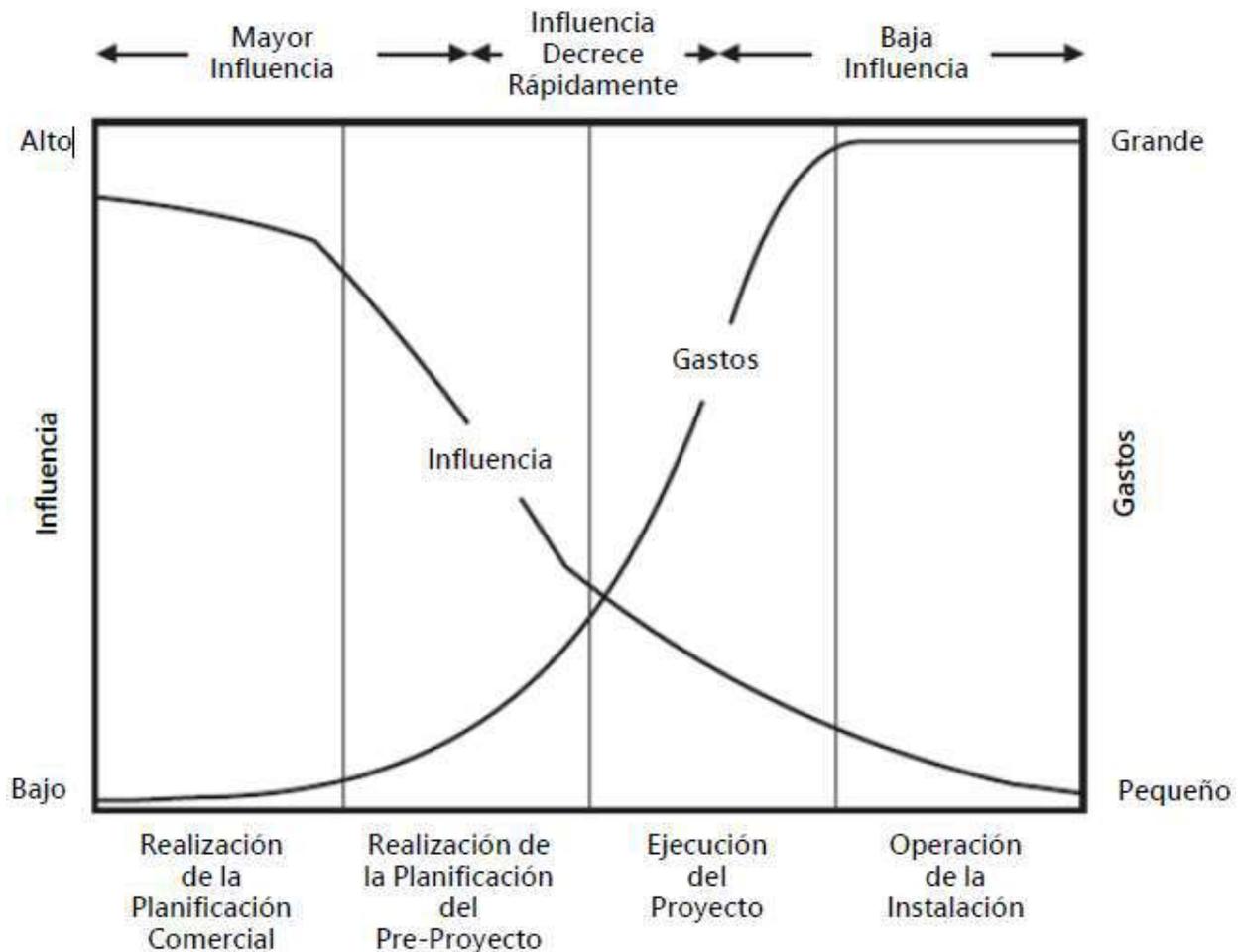


Figura 11 . Curvas de Influencia y Gasto para el ciclo de vida del Proyecto
Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995)

Canvas Business Model

También conocido en español como Lienzo de Modelo de Negocio, esta herramienta creada por los investigadores Ives Pigneur y Alexander Osterwalder (2010) da apoyo a esquematizar los planes de negocios, logrando presentar de manera visual todos aquellos factores a considerar en el estudio de casos de negocio, cabe acotar que es una herramienta colaborativa donde los involucrados pueden participar y crear o

replantear de manera rápida y eficaz los componentes claves en cualquier emprendimiento.

En la siguiente figura se muestran las áreas a considerar para lograr conceptualizar y plasmar las ideas del nuevo negocio, detectando sistemáticamente aquellos elementos y características que agregan valor.

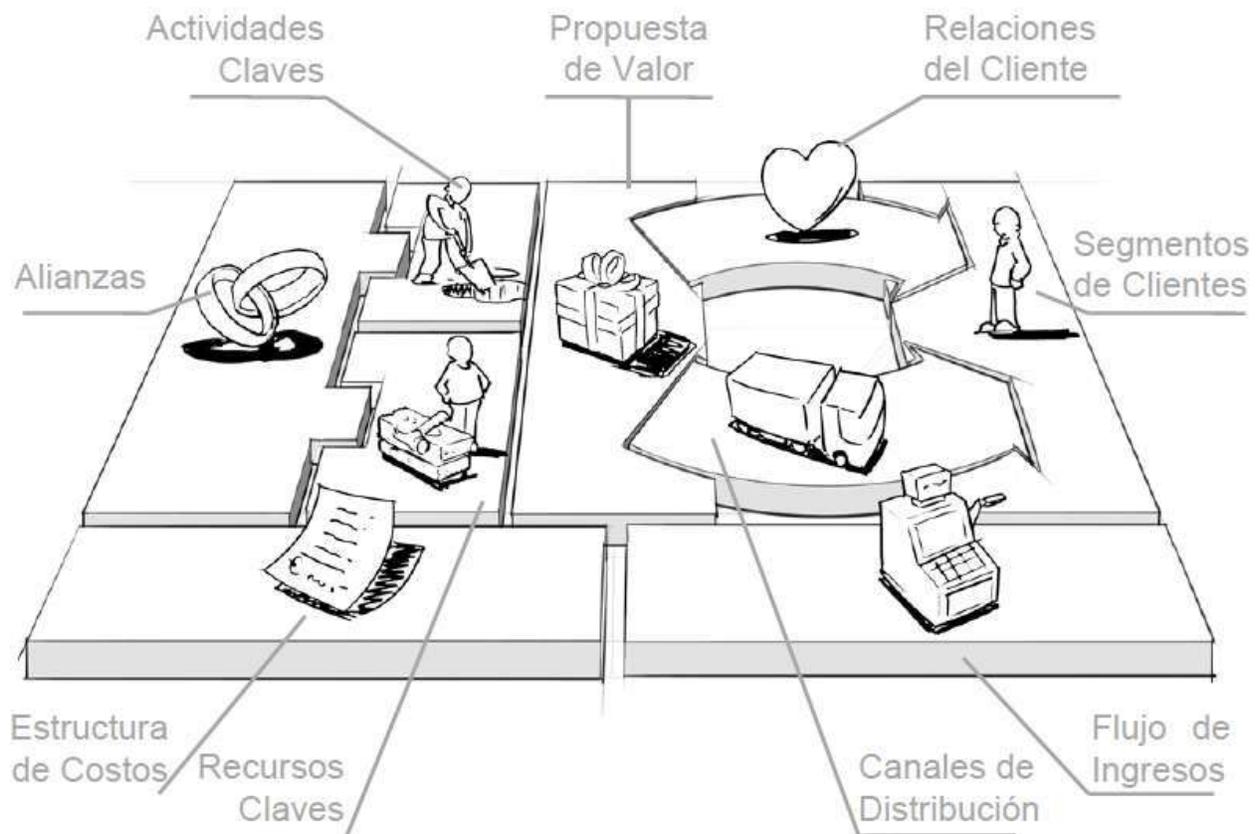


Figura 12 . Business Model Canvas

Fuente: Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers, Osterwalder (2010)

Componentes de un Lienzo de Modelo de Negocio

- **Segmentos de Clientes**, los clientes es la parte fundamental del nuevo negocio, se verán beneficiados a cambio de retribuciones monetarias de su parte; conocer la magnitud es importante, saber si se tratarán con grandes públicos,

empresas, particulares o nichos muy concretos, así mismo, analizar si existen segmentos de clientes interrelacionados y así detectar sus necesidades.

- **Propuesta de Valor**, una vez detectado quienes serán los segmentos de clientes que se atenderán, el próximo paso es definir los productos o servicios ofrecidos por el nuevo negocio, cabe acotar que deben existir factores diferenciadores que resuelvan de manera particular las necesidades de los clientes, algunas propuestas pueden ser innovadoras, productos nuevos, o existentes ya en el mercado, pero, con atributos o características adicionales.
- **Canales de Distribución**, en este componente se describe como la compañía se comunicará y ofrecerá la propuesta de valor a los clientes, se deben considerar factores como: el apoyo en la evaluación de la propuesta de valor por parte del cliente, permitir que los segmentos de clientes comprendan productos y servicios específicos, entregar la propuesta de valor, además de proporcionar soporte al cliente luego de realizada la operación de la compra.
- **Relaciones del Cliente**, con el análisis de este componente se clarifica el tipo de relación que se quiere establecer con los segmentos de clientes, estos entran en el rango entre lo personal y automatizado, y estar apoyados por modelos de captación como adquisición de clientes, retención de clientes o impulso de ventas.
- **Flujo de Ingresos**, este componente da respuesta a cuál es el verdadero precio que el cliente estará dispuesto a pagar, para esto, debe establecerse el mecanismo de fijación de los precios más adecuado, como lista fija de precios, negociación, subasta, dependiente del mercado, volumen, o gestión del rendimiento, así mismo, el nuevo negocio puede adaptarse a dos posibles modelos: ingresos por pago único, o por pagos recurrentes por servicios y donde se generen compras posteriores a la atención del cliente.

- **Recursos Claves**, en esta sección se define los activos más importantes para que el modelo de negocio pueda funcionar, estos recursos pueden ser físicos, financieros, intelectuales o humanos, pueden ser propios de la empresa o adquiridos de sus aliados.
- **Actividades Claves**, se definen todas aquellas actividades que deben realizarse para que la empresa pueda hacer que el modelo de negocio pueda funcionar, de manera similar a los recursos claves, son los requerimientos para crear y ofertar la propuesta de valor como penetrar mercados, mantener las relaciones con los clientes, para así generar los ingresos financieros. Las actividades vendrán definidas según el modelo de negocios adaptado, ya sea orientadas a la producción, resolución de problemas o desarrollo de redes y plataformas tecnológicas.
- **Alianzas**, se estructura la red de proveedores y socios para que se desarrolle el modelo de negocio, siendo la piedra angular para garantizar la vida del proyecto. Las alianzas son creadas para optimizar los modelos comerciales, reducción de riesgos o adquisición de recursos, se puede distinguir entre cuatro tipos de alianzas: las estratégicas entre no competidores, asociaciones entre competidores (cooperación), empresas conjuntas para desarrollar nuevas empresas, relaciones comprador-proveedor para garantizar suministros confiables.
- **Estructura de Costos**, en este segmento se indica la estructura de costos asociados a la operación del modelo de negocios, en esto entra los costos fijos, costos variables, la economía de escala y la economía de alcance, se muestran las consecuencias financieras más importantes durante la operación.

Open Innovation Canvas

En español Lienzo de Innovación Abierta, esta herramienta usada para analizar los esfuerzos de la innovación para nuevos emprendimientos, en este se pueden visualizar fácilmente las interconexiones entre las áreas influyentes en las ideas, este lienzo mostrado en la Figura 13, debe ser estudiado y completado desde las áreas externas hasta llegar a las personas.

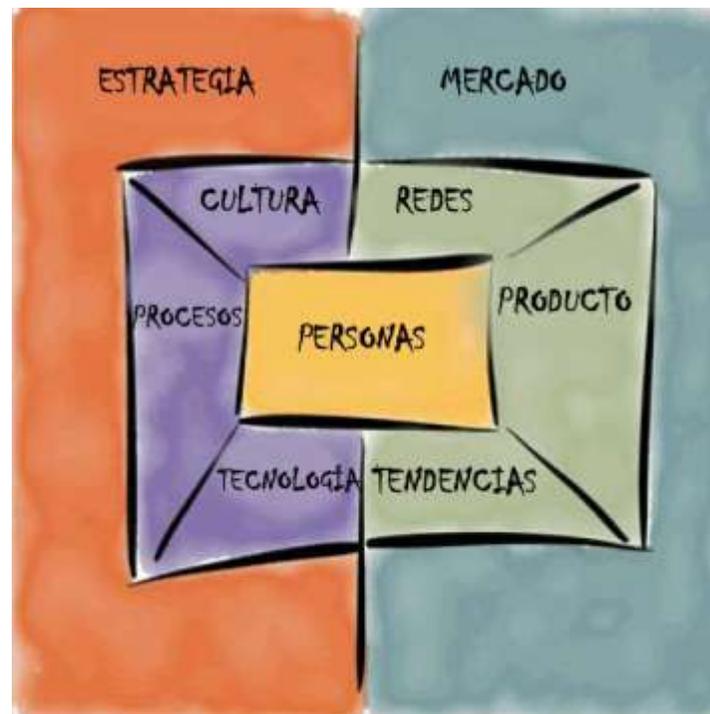


Figura 13 . Open Innovation Canvas
Fuente: www.canvanizer.com (2018)

A continuación, se explica brevemente cada una de los bloques para la construcción de la idea de innovación.

Componentes de un Lienzo de Innovación Abierta

- **Estrategia**, se debe reflejar la estrategia y las fortalezas existentes en la organización, alineándolas con los objetivos específicos del esfuerzo o nuevo proyecto. Las preguntas que se deben responder son las siguientes:

- ¿Cuáles son las competencias centrales?
 - ¿Cuál es la base fundamental de nuestras acciones (valores)?
 - ¿Dentro de nuestros valores se incluyen metas que forman parte de la innovación?
 - ¿Qué se quiere lograr con el proyecto?
- **Mercado**, se describe el mercado objetivo para la empresa o producto, acá se realiza un estudio sobre el análisis de los mercados y su entorno (competidores, condiciones legales, y socioculturales), los grupos que se atenderán, visualizar los nuevos mercados que pueden afectar al actual, verificar cuáles de ellos pueden estar interesados en el “Know-How”.
 - **Tendencias**, se observan las tendencias en el entorno que puedan influir en la industria en que se posicionará la nueva empresa, además de enmarcar como se usarán estas en beneficio del desarrollo del proyecto. Por tanto, se verifican las tendencias políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ambientales y legales y como estas afectan el producto, la compañía y los mercados.
 - **Producto**, se analiza el producto o servicio que se ofrecerá al mercado, así mismo se concibe el valor agregado (propuesta de valor) y que necesidades se cubren con este, que aspectos impulsa la tecnología, el mercado de los productos, e identificar donde provienen.
 - **Redes**, analiza todos los socios con los que pueden contar la nueva empresa y que pudiesen estar trabajando conjuntamente durante el desarrollo de los productos, las preguntas a realizar serían las siguientes:
 - ¿Qué socios existen en nuestra red y que roles cumplen?
 - ¿Qué socios podrían apoyar a la red de manera razonable?
 - ¿Cuál es la estructura de la red? Ancho, profundidad, formal o informal.

- **Tecnología**, en esta fase se visualiza la tecnología y la propiedad intelectual que se podría requerir para el desarrollo de los productos de manera exitosa, se identifican las estructuras internas y procesos para el manejo de la tecnología (especialmente cuando proviene de fuentes externas), además de saber qué entidad presenta las nuevas tecnologías a la organización.
- **Procesos**, en este bloque se analiza todos los procesos de innovación que puedan estar en marcha y los procesos requeridos para conectar los diferentes componentes básicos del modelo. Debe dar respuestas sobre la gestión de los procesos en pro al desarrollo de los productos, identificar si se conectan los aspectos de personas, conocimiento y redes con respecto a la cultura y la estrategia trazada, además, como es el involucramiento de los clientes, proveedores, competidores en el proceso del desarrollo del producto.
- **Cultura**, se describen los valores, mentalidades y visiones compartidas de los involucrados y su vínculo con los procesos (sinergia). Se debe asegurar que la apreciación de los valores, comportamiento, las normas y las actitudes sean comunes en todo el equipo de trabajo. La cultura de la empresa debe apuntar a crear ambientes que motiven a la innovación, y la creatividad en todos los departamentos, con iniciativa propia de los trabajadores, con esto, se asegura que las nuevas ideas estén orientadas a la tecnología, aprendizaje aplicada a los clientes. En esta fase debe cuestionarse el proceso del aprendizaje y qué papel juega el fracaso dentro de la organización.
- **Personas**, se describen todos los departamentos, equipos e individuos que se necesitan dentro y fuera de la organización, la gente se representa en el centro del lienzo considerándose que estas generan las conexiones y la integración de todos los bloques, así mismo, se asignan roles y responsabilidades, se identifican aquellas que son el enlace en la red y verificar que roles cumplen aquellas personas que operan fuera de la red.

Cuadro de Mando Integral (CMI)

También llamado Balanced Scorecard (BSC) creado por Robert Kaplan y David Norton. Con esta herramienta se puede monitorear las actividades de una empresa en términos de visión y la estrategia, se canalizan las energías, habilidades y conocimientos, es decir, se podrá medir la estrategia empresarial, (Kaplan & Norton, 2002) indican que el CMI "... traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de la actuación, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica."

El CMI permite verificar los alcances y logros financieramente hablando (razón de ser de toda empresa u organización que busca rentabilidad), así mismo, monitorear los progresos del desarrollo intelectual (bienes intangibles) para la supervivencia en el futuro, en este sentido, es una herramienta integral directiva que organiza centralizadamente todas aquellas variables involucradas el cumplimiento de los objetivos.

Dentro del CMI se desarrollan cuatro perspectivas que deben dar respuestas a preguntas determinadas.

1. Financiera: ¿Cómo nos ven los accionistas?
2. Interna del Negocio: ¿En qué debemos sobresalir?
3. El cliente: ¿Cómo nos ven los clientes?
4. Desarrollo y Aprendizaje: ¿Podemos continuar mejorando y creando valor?

En la siguiente figura se muestran las perspectivas, para cada una se deben plantear los objetivos, identificar los indicadores que medirán el progreso de los objetivos, las metas trazadas para conocer los puntos finales y las iniciativas planteadas por los involucrados de la organización para cumplir los objetivos.

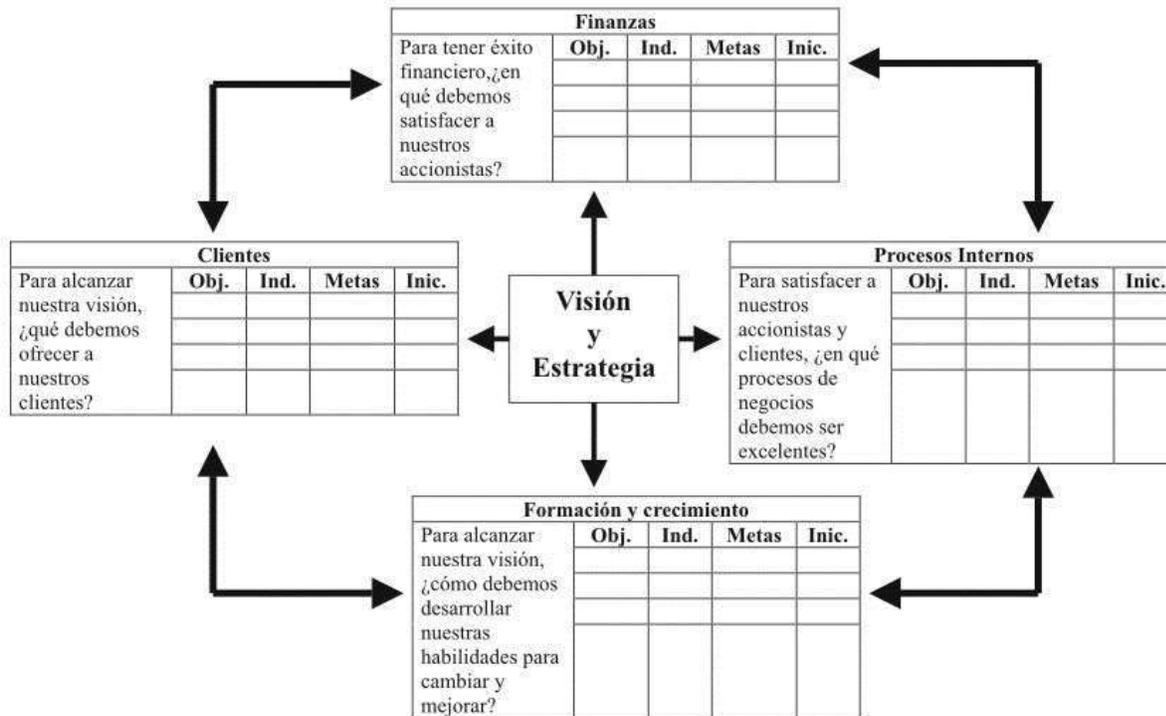


Figura 14 . Perspectivas del Cuadro de Mando Integral
Fuente: El Cuadro de Mando Integral, Kaplan & Norton (2002)

Bases Legales

Según (Villafranca, 2002) “Las bases legales no son más que las leyes que sustentan de forma legal la elaboración del Proyecto”. Para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado debido a su naturaleza en que la fase de ejecución (construcción) y operación se desarrollará en los Estados Unidos de América se describen, a continuación, los entes legales a considerar.

Sheet Metal and Air Conditioning Contractor National Association (SMACNA).

Es la asociación de comercio internacional con participación en Estados Unidos, Canadá, Australia y Brasil con sede en Chantilly, Virginia. Aquí se reúnen contratistas, fabricantes, proveedores y clientes, para establecer los lineamientos de todos los productos elaborados en chapa metálica. Esta entidad está acreditada por el American

National Standards Institute (ANSI) y da asistencia en las áreas de: relaciones laborales, asistencia legal, desarrollo de estándares técnicos e investigaciones, seguridad laboral, administración de negocios y administración de proyectos. A continuación, los estándares tomados en consideración para el desarrollo de la investigación.

Normas de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHAS)

Construction Safety Checklist – SMACNA (Lista de Verificación de Seguridad en la Construcción), guía para la evaluación de los riesgos en la mayoría de los sitios de trabajo, esta herramienta debe ser usada por supervisores y líderes de obra para realizar el aseguramiento de un ambiente laboral en pro al resguardo de los trabajadores.

Guide to Respiratory Protection – SMACNA (Guía para la Protección Respiratoria), asiste a las contratistas para cumplir con los requerimientos de las normas OSHAS para la protección respiratoria de los trabajadores.

Personal Protective Equipment – SMACNA (Equipos de Protección Personal), recopila todos los requerimientos y se muestran todos los lineamientos para la procura apropiada de todos los equipos de protección.

Construcción de Ductos.

HVAC Duct Construction Standards – Metal and Flexible – SMACNA (Estándares de Construcción de Ductos – Metálicos y Flexibles) indican los lineamientos para la fabricación de ductos institucionales y comerciales, además, de las consideraciones para el diseño y detalles de construcción.

HVAC Systems Duct Design – SMACNA (Diseño de Sistemas de Ductos), se indican los métodos básicos y procedimientos para el diseño de sistemas de distribución de

aire, adicionalmente, información técnica de materiales, métodos de construcción, economía de sistemas de ductos, diseños, perdidas de presión, selección de ventiladores, fugas en ductos, consideraciones acústicas y pruebas, ajustes y balanceo (comissioning).

The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE).

Esta asociación estadounidense está compuesta por arquitectos, contratistas mecánicos, fabricantes, clientes, ingenieros de servicios, orientados al mundo de la climatización, acondicionamiento de aire y a la refrigeración, la sociedad monitorea proyectos, oferta programas educacionales, desarrolla y publica estándares técnicos asociados a los servicios de ingeniería, eficiencia energética, calidad de aire y desarrollos de soluciones sustentables. De este ente se consideraron los siguientes estándares para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, se indican los lineamientos de temperatura, humedad y velocidad de aire acordes a la aplicación del ambiente climatizado.

Standard 62.1 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, se especifican las exigencias de calidad de aire con fines respiratorios y sanitarios en los espacios climatizados.

Standard 90.1 – Energy Standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings, donde se enuncian requerimientos de materiales aislantes como parte de la reducción de las ganancias o pérdidas de calor de los sistemas de ductería, traduciéndose, en mejoras de desempeño y ahorro energético.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG) se desarrolló bajo el paradigma de Investigación Aplicada, basándose en el siguiente apartado según (Lozada, 2014) “La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica”. Así mismo, se aplica los lineamientos de la Investigación Evaluativa, (Weiss, 2001) indica que tiene como objeto “medir los efectos de un programa por comparación con las metas que se propuso alcanzar, a fin de contribuir a la toma de decisiones.”

La presentación del Plan de Implementación se alinea con estos tipos de investigación para construcción y puesta en marcha de la fábrica de ductos para la empresa 704 Ingeniería en su sede de Estados Unidos, con la finalidad de dar apoyo a la directiva en la toma de decisiones considerando la metodología del Front-End-Loading, así presentar las opciones factibles tanto financiera como técnicamente, evaluando los riesgos entre cada una.

Diseño de la Investigación

Tomándose en consideración lo anterior, se adaptó y se aplicó técnicas, buenas prácticas y normativas en el ámbito gerencial, por tanto, se realizó búsqueda de información que dio lugar a consultas de bibliografías existentes, recopilando información para sustentar la ejecución del TEG, por tanto se cumple con el concepto de Investigación Documental (UPEL, 2006):

Se entiende por Investigación Documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor (p.12)

La presente investigación atiende a la metodología descrita por las fases de visualización, conceptualización y definición establecido por el Construction Industry Institute (CII), donde la aprobación se realiza por etapas, por tanto, una etapa no puede ser realizada si la anterior no es aprobada. Adicionalmente, los lineamientos por áreas de conocimiento definidos por la el Project Management Institute (PMI).

Técnicas e Instrumentos de análisis e interpretación de datos

Matrices comparativas, cuadros, tablas y flujogramas: Para la recopilación de información en el componente de la investigación documental, a partir de la información recopilada por documentación y bibliografía registradas en medios audiovisuales, impresos y electrónicos (sitios web, libros, papers, buenas prácticas, estándares, entre otros).

Fases de la Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado el ciclo de vida básico de los proyectos, contando con las cuatro (4) fases de Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre, esto según la Estructura Desagregada de Trabajo mostrada en la Figura 15. De manera complementaria, para la fase de ejecución se adaptó el modelo de Front End Loading propuesto por el CII, tal como se muestra en la figura 17 (Visualización), Figura 33 (Conceptualización) y Figura 78 (Definición).

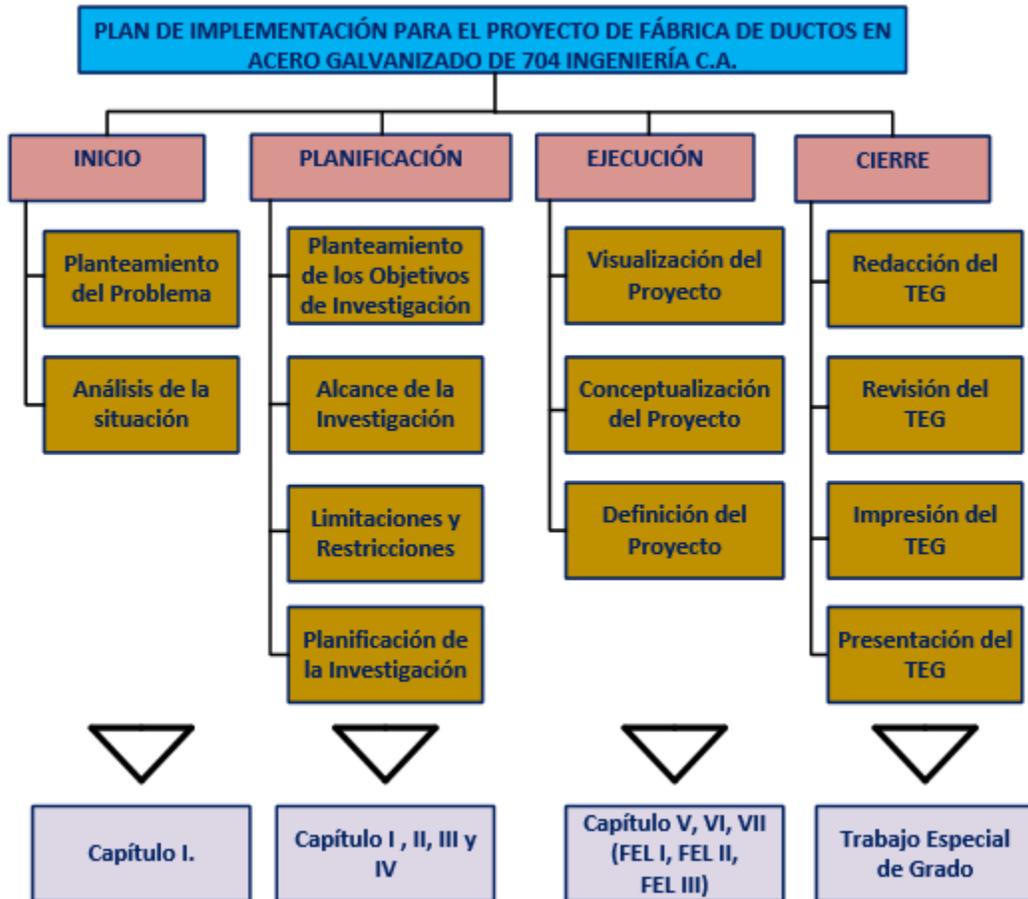


Figura 15 . EDT – WBS de la Investigación
 Fuente: Adaptado de: PMI (2017)

Fase I: Inicio.

En esta fase se plantea la situación describiendo el problema contextualizando los hechos al inicio de la investigación y enmarcándolo como una posibilidad de desarrollo de un nuevo proyecto para la transformación del estado inicial de inconformidad a otro deseado por la organización.

Fase II: Planificación

Se establece el plan a seguir durante la investigación, se definen las metas y los pasos a desarrollar considerando las bases teóricas que sustentan la investigación, así

mismo, la metodología de la investigación aplicable creando el patrón de trabajo y plasmando el tiempo estimado para la investigación en un cronograma.

Fase III: Ejecución

En la fase de Ejecución es aplicada la metodología de la investigación propuesta conjuntamente con los lineamientos del CII y la herramienta del Front – End – Loading según las fases de Visualización (FEL I), Conceptualización (FEL II), y Definición (FEL III).

La visualización busca determinar la viabilidad económica de la oportunidad de negocio, se establece el tipo de proyecto, alcance y propósito del mismo, además de plasmar de manera preliminar el cómo se ejecutará, una vez finalizada debe verificarse la factibilidad técnica y económica del proyecto.

Una vez verificada las factibilidades en la fase de Visualización se procede a ejecutar la Conceptualización, la finalidad de esta es determinar la mejor metodología o flujo esquemático en los aspectos técnicos y económicos, tecnología asociada, sistemas de soporte requeridos, layouts suficientemente detallados para dar soporte a la estimación de costos del proyecto.

Aprobada la fase de Conceptualización, se aplica la Definición del proyecto, donde la finalidad es poseer un plan de ejecución para la alternativa seleccionada en el FEL II.

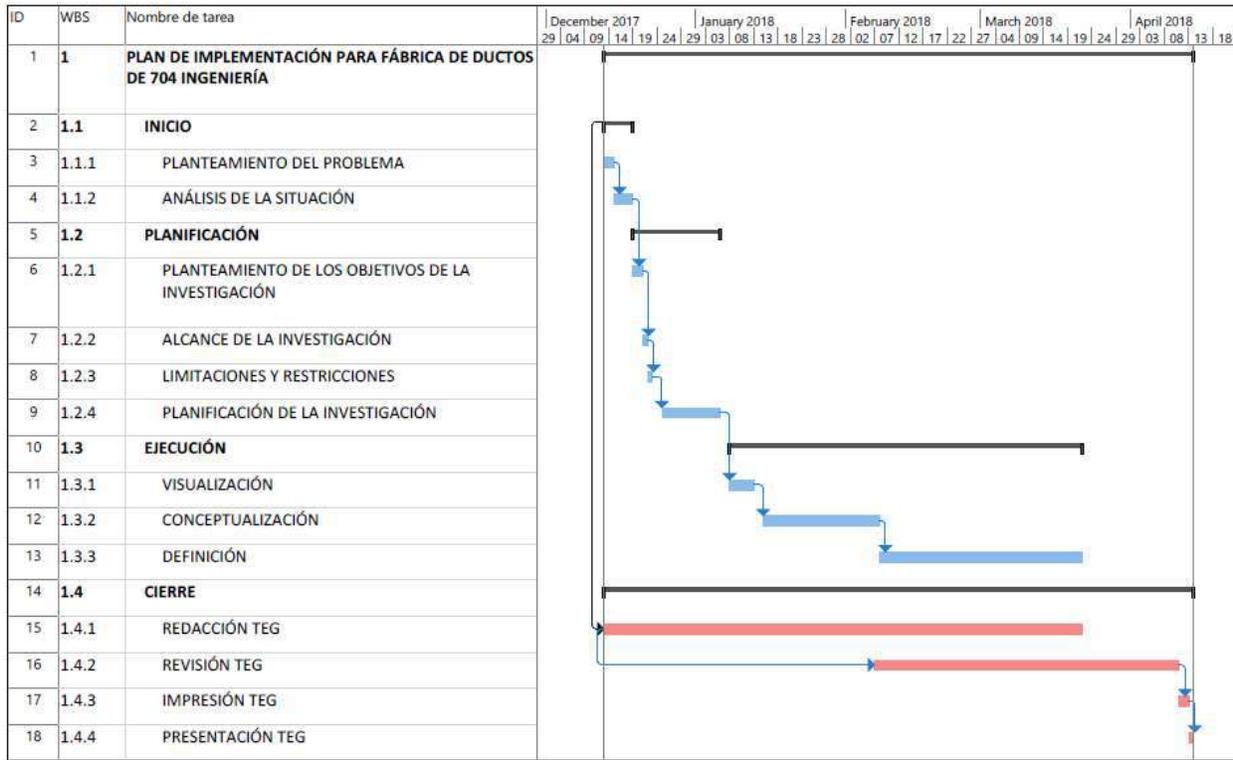
Fase IV: Cierre

Esta última fase contempla el desarrollo del escrito del Trabajo Especial de Grado ajustado a los requerimientos y exigencias académicas, esta fase concluye con la presentación ejecutiva de la investigación frente a un jurado evaluador.

Cronograma de Ejecución

En la siguiente Tabla 1 se presentan el plan de acción, para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el proyecto. En dicha tabla se presentan las tareas específicas a realizar y la duración presentada en un diagrama de Gantt.

Tabla 1. Cronograma de desarrollo de la Investigación



Fuente: 704 Ingeniería C.A

Operacionalización de las Variables

Tabla 2. Operacionalización de las Variables.

| Objetivo General: Desarrollar el Front – End – Loading para el proyecto: Fábrica de ductos en acero galvanizado de 704 Ingeniería. C.A. | | | | |
|--|--|---|--|--|
| Objetivo Específico | Variables | Indicador(es) de las variables | Instrumentos | Fuente |
| Visualizar el Plan de Proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado | -Alcance -Tiempo -Costo -Calidad -Riesgos -Involucrados | -Alineación del proyecto con el Plan Estratégico de la Organización -Planificación del PEP preliminar -Estimado de Costos -Limitaciones y Restricciones del Proyecto | -Entrevistas -Juicio de Expertos (Asesorías) -Consultas Bibliográficas | -704 Ingeniería -PMI (2017) -CII(1995) |
| Conceptualizar el Plan de Proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado | | -Definición de Conceptos Básicos -Selección de Tecnología -Estudio del Sitio | -Entrevistas -Juicio de Expertos (Asesorías) -Consultas Bibliográficas | -704 Ingeniería -PMI (2017) -CII(1995) -SMACNA (2010) |
| Definir el Plan de Proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado | | -Paquete de Definición de Proyecto -PEP para la Implementación del Proyecto -VPN, TIR -PDRI | -Entrevistas -Juicio de Expertos (Asesorías) -Consultas Bibliográficas | -704 Ingeniería -PMI (2017) -CII(1995) -SMACNA (2010) |

Fuente: 704 Ingeniería. C.A.

Aspectos Éticos

La presente investigación al ser desarrollada en el ámbito de Ingeniería está alineada al Código de Ética del Colegio de Ingenieros de Venezuela (1965), así mismo, para la Gerencia de Proyectos se encuentra alineada a los apartados enunciados en el “Código de Ética y Conducta Profesional” del Project Management Institute (2006),

El Colegio de Ingenieros de Venezuela establece las consideraciones para una conducta ética enfocada a las premisas de: virtudes, ilegalidad, conocimiento, seriedad, dispensa, remuneración, firma, obras, licitaciones, influencia, reputación, intereses, justicia, ambiente, extranjeros, autoría, secreto, experimentación y servicios no necesarios, publicidad indebida y actuación gremial.

En otro sentido el Project Management Institute, describe cuatro valores fundamentales:

Responsabilidad

(PMI, Project Management Institute, 2006) establece: "... se hace referencia a nuestra obligación de hacernos cargo de las decisiones que tomamos y de las que no tomamos, de las medidas que tomamos y de las que no, y de las consecuencias que resultan."

Respeto

(PMI, Project Management Institute, 2006) enuncia: "Respeto es nuestro deber de demostrar consideración por nosotros mismos, los demás y los recursos que nos fueron confiados. Estos últimos pueden incluir personas, dinero, reputación, seguridad de otras personas y recursos naturales o medioambientales."

Equidad

(PMI, Project Management Institute, 2006) expone: "... se refiere a nuestro deber de tomar decisiones y actuar de manera imparcial y objetiva. Nuestra conducta no debe presentar intereses personales en conflicto, prejuicios ni favoritismos."

Honestidad

(PMI, Project Management Institute, 2006) define: "Honestidad es nuestro deber de comprender la verdad y actuar con sinceridad, tanto en cuanto a nuestras comunicaciones como a nuestra conducta."

CAPÍTULO IV. MARCO ORGANIZACIONAL

Descripción de la empresa

704 Ingeniería. C.A. es una empresa venezolana especializada en sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación mecánica industrial, se caracteriza por la ejecución de obras “llave en mano”, realizando proyectos desde la concepción de ideas o requerimientos del cliente (Ingeniería Básica) hasta el servicio post-venta, por tanto, se encarga del suministro, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de climatización.

La empresa posee una infraestructura con sedes administrativas y de ingeniería, un taller mecánico de ductos fabricados con lámina de acero galvanizado, almacén, una flota de transporte vehicular para movilización de personal y de carga, adicionalmente, una oficina móvil tipo tráiler para obras. En la Figura 16 se muestra la estructura organizativa.

Misión

Ofrecer alta calidad en los servicios a nuestros clientes, de manera profesional, aplicando normas en buenas prácticas, cumpliendo las políticas y estándares en gestión de calidad. Combinando un alto nivel técnico con una excelente atención al cliente, en procura de la culminación satisfactoria y puntual de los compromisos adquiridos.

Visión

Consolidar el liderazgo de 704 Ingeniería, logrando ser una empresa como marca líder de la industria de aire acondicionado y ventilación calificando en la ejecución de proyectos de amplio alcance, innovadora, y confiable para nuestros clientes, expandiéndose en los mercados donde opera para ser una de las empresas de más rápido y mejor crecimiento a nivel mundial, siendo un lugar extraordinario para trabajar donde se hace la diferencia todos los días.

Valores Empresariales

- Integridad:

En 704 Ingeniería cumplimos nuestra palabra con el cliente y hacemos nuestro mejor esfuerzo para que nuestros negocios sean transparentes. Actuamos con firmeza, rectitud, coherencia, honestidad y transparencia.

- Profesionalismo:

Cuidamos los detalles en todos nuestros productos y servicios cumpliendo altos estándares de calidad profesional.

- Confianza:

Orientado tanto para los miembros de la empresa, como con los clientes, promovemos la verdad como una herramienta elemental para generar confianza y credibilidad de la empresa.

- Trabajo en equipo:

Buscamos la unificación del equipo laboral para promover mejores resultados gracias a un ambiente positivo de las áreas integradas.

Organigrama

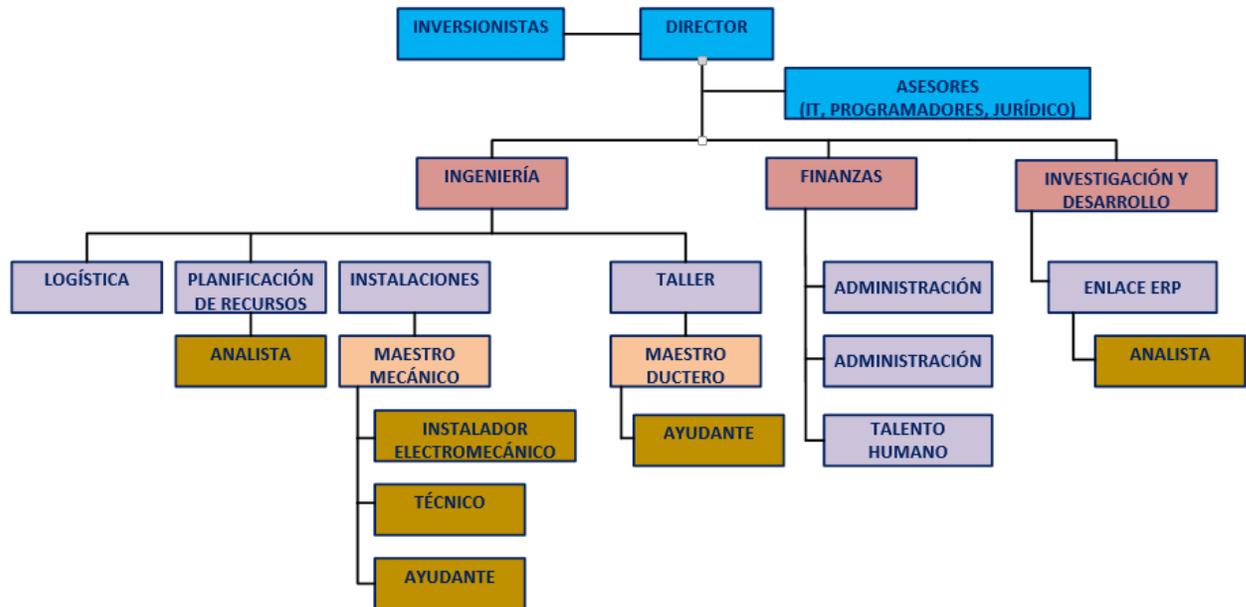


Figura 16 . Organigrama de la Empresa.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A.

CAPITULO V. FEL I – VISUALIZACIÓN DEL PROYECTO

Este primer grupo de actividades se enfoca en la realización previa de la planificación del plan de implementación, especificar el caso de negocios de la unidad de estudio, e ilustrar el propósito del proyecto para concentrar los esfuerzos del equipo de trabajo en todo en el resto del ciclo de vida del Front – End – Loading. En la siguiente figura se muestra la adaptación de la fase visualizar propuesta por el Construction Industry Institute.

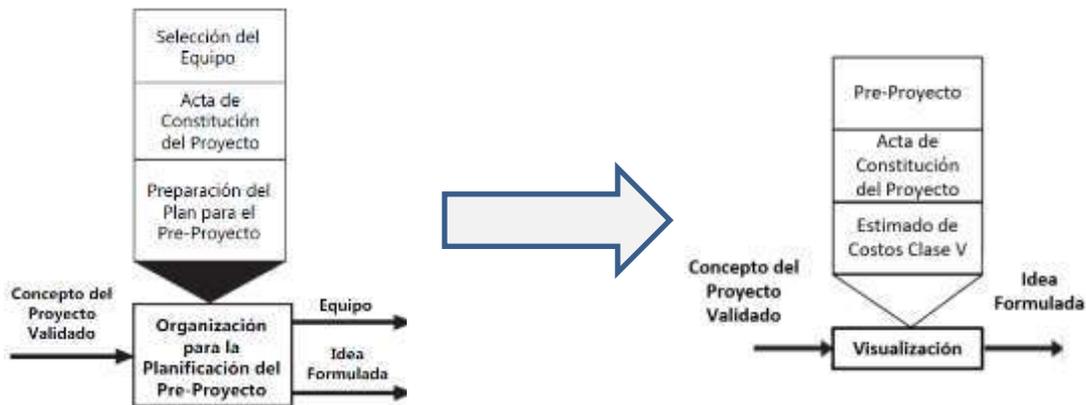


Figura 17 . Adaptación Fase Visualizar
Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995) /
704 Ingeniería (2018)

Pre-Proyecto.

Para el planteamiento del caso de negocios correspondiente a la construcción de la Fábrica de Ductos de 704 Ingeniería, se hace uso del Canvas Business Model, está estructurado a partir del estudio de mercado contratado por la Directiva creado por la empresa F&S Projects “704 Ingeniería USA, Industry, Market and Projections Report”, y por la aplicación de lluvia de ideas según las mesas de trabajos celebradas entre la Directiva, Asesores y el Investigador, con la finalidad de alimentar los componentes del lienzo. El resultado de este trabajo se muestra en la Figura 18.

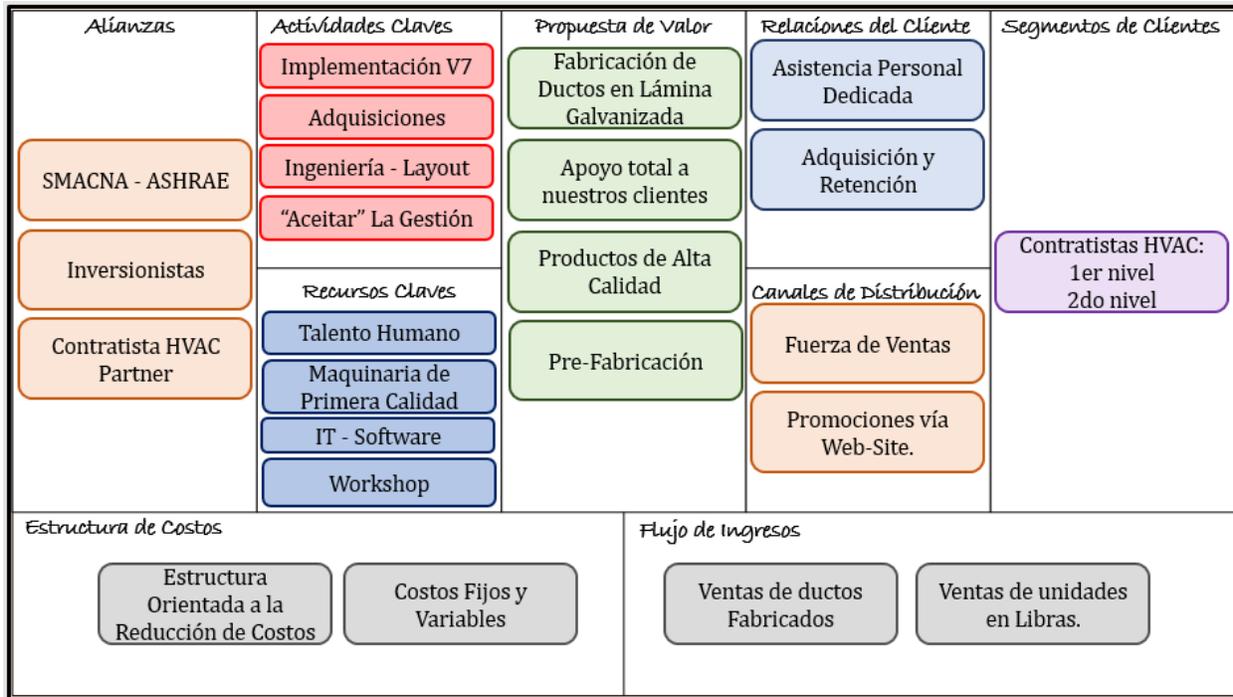


Figura 18 . Lienzo de Modelo de Negocio – Taller de Ductos de 704 Ingeniería C.A
Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018)

A continuación, se detalla cada uno de los componentes del lienzo.

- **Propuesta de Valor**

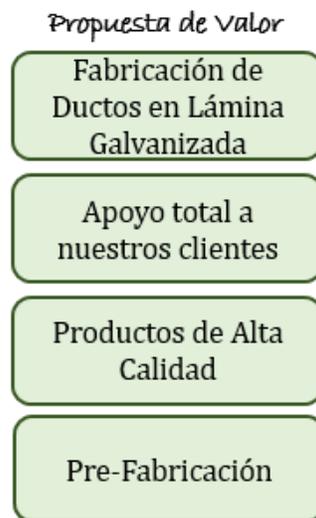


Figura 19 . Lienzo de Modelo de Negocio – Propuesta de Valor
Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018)

Se inicia la idea de negocio con el producto a ofrecer al mercado, siendo la **fabricación de ductos en lámina galvanizada** de diferentes calibres apuntándose a un **apoyo total** en todo el ciclo de vida de la negociación (desde la captación de nuestros clientes hasta el despacho de la ductería), este apoyo respaldado con un alto nivel de ingeniería, apalancándose en estándares, normativas locales e internacionales y buenas prácticas de fabricación logrando ofrecer así **productos de alta calidad**.

Los ductos a fabricar serán de juntas transversales TDC (Transverse Duct Conector), aislados térmicamente en su parte interna, para evitar ganancias o pérdidas de calor, estos estarán listos para su montaje en obra por parte de nuestros clientes, es decir, serán elementos **pre-fabricados** con todos los accesorios requeridos (tornillos, soportes, empaquetaduras, etc) y documentación asociada para el armado en sitio, todo esto con entrega “a puerta de taller” donde el cliente debe retirar y trasladar el producto a obra.

- **Segmentos de Clientes**

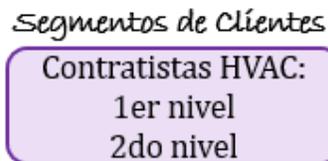


Figura 20 . Lienzo de Modelo de Negocio – Segmentos de Clientes
Fuente: 704 Ingeniería C.A

Nuestros clientes estarán conformados por subcontratistas de sistemas mecánicos (HVAC) y 704 Ingeniería será uno de los eslabones en la cadena de suministros en una obra de construcción como proveedor de materiales e insumos, según lo mostrado en la Figura 22. Estas empresas subcontratistas, dependiendo de la magnitud de la construcción, serán del primer nivel (1st Tier Subcontractor) o del segundo nivel (2nd Tier Subcontractor) tal como se muestra en la Figura 21. 704 Ingeniería estará en

calidad de “proveedor” (supplier) debido a que no se encontrará dentro de obra realizando montaje de los sistemas de ductos.

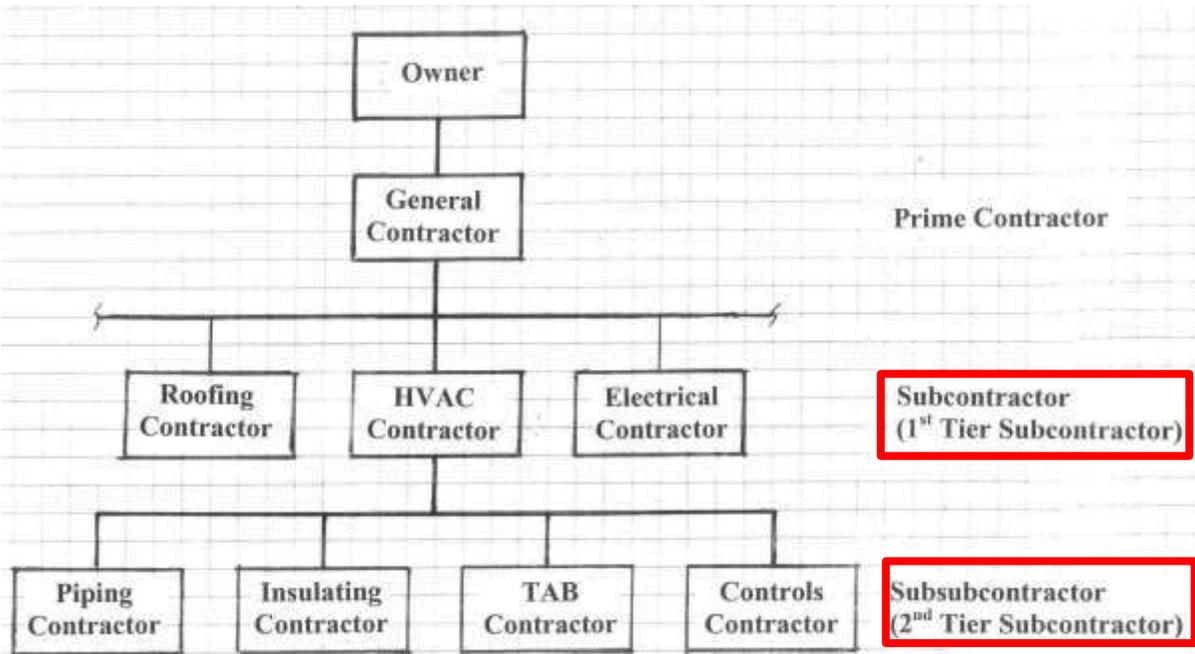


Figura 21 . Organización Típica de Proyectos
Fuente: HVAC Bid Specification Reference Manual - SMACNA (2006)

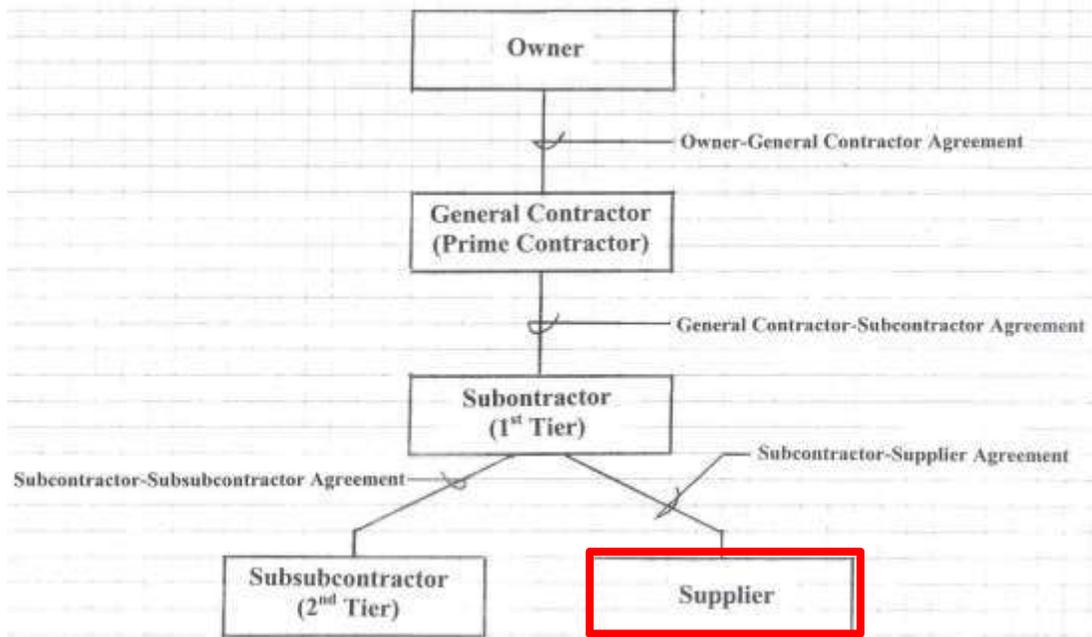


Figura 22 . Estructura de Contratación de Obras.
Fuente: HVAC Bid Specification Reference Manual - SMACNA (2006)

- **Canales de Distribución**



Figura 23 . Lienzo de Modelo de Negocio – Canales de Distribución
Fuente: 704 Ingeniería C.A

704 Ingeniería con ayuda del departamento de Comercialización y Ventas conjuntamente con la Gestión de las Relaciones con el Cliente (CRM), realizará las labores para lograr llegar a los segmentos de clientes como una **fuerza de ventas** propia. Con ayuda de un sólido **portal web** diseñado especialmente para la captación de clientes, se hará llegar la propuesta de valor de fabricación de ductos como un apoyo a sus negocios, ellos podrán evaluarnos accediendo a diferentes secciones del

portal, con catálogos de piezas digitales, imágenes referenciales, fotos de nuestras instalaciones y de nuestro equipo de trabajo.

Nuestros clientes, enviarán solicitudes de presupuesto por nuestro producto mediante un formulario digital, en él se solicitarán datos (nombres, empresa, teléfonos, e-mails, etc) conjuntamente con planos o modelos BIM donde se muestre la red de ductería. En ese momento, el departamento de proyectos realizará el despiece correspondiente y el estimado de costos, finalmente, al cliente se le entregará la propuesta técnica-económica donde se incluirán, planos de despiece de ductos, especificaciones técnicas de fabricación y presupuesto.

En el caso que el cliente esté de acuerdo con la oferta se procede a la fabricación de las piezas, estas serán entregadas en las puertas del almacén. El servicio post-venta contará con labores de inspección en el sitio de la construcción, captando la retroalimentación y verificando que el producto que ha sido proyectado a instalar sea el que realmente se encuentre en obra.

- **Relaciones del Cliente**

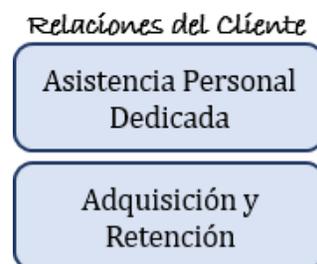


Figura 24 . Lienzo de Modelo de Negocio – Relaciones del Cliente
Fuente: 704 Ingeniería C.A

Las relaciones apuntarán a dos estilos, el primero con una **asistencia personal dedicada**, nuestros clientes contarán con el apoyo de la organización desde sus inicios durante la negociación hasta la instalación de los ductos, se ofrecerá un soporte técnico de alto nivel, con asesorías de ingeniería y fabricación en caso de requerirlo. El

segundo, apuntando a una estrategia de **adquisición y retención** de esta manera los clientes puedan realizarnos nuevas oportunidades de negocios garantizando que las relaciones sean a mediano y largo plazo debido a la limitación de los segmentos de mercado que se atenderán.

- **Flujo de Ingresos**

Flujo de Ingresos



Figura 25 . Lienzo de Modelo de Negocio – Flujo de Ingresos

Fuente: 704 Ingeniería C.A

Los ingresos estarán definidos por la venta de **ductos fabricados** a puerta de taller y se ofertarán por **unidad de peso (libra)**, por un precio fijo, clasificándose de la siguiente manera: Ductos Rectos y Piezas (Fittings) con órdenes de hasta 1000 Libras, y Ductos Rectos y Piezas (Fittings) con órdenes desde 1000 Libras en adelante.

Según el estudio de mercado se indican los precios promedios por órdenes de fabricación de más de 1000 Libras, se ubican en Ductos Rectos **\$2.73** por Libra para ductos rectos y Piezas (Fittings) **\$5.50** por Libra.

Se indica que para que el negocio sea rentable financieramente debe producirse 22,000 libras por semana, traduciéndose en 1,100,000 Libras al año, teniendo en consideración que los sistemas de distribución de aire poseen un 80% de Ductos Rectos y el 20% restante en Piezas (Fittings) se estima un ingreso neto anual de **\$3,612,420** (considerando una capacidad de producción al 100%).

- **Recursos Claves**

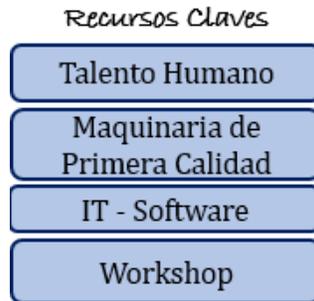


Figura 26 . Lienzo de Modelo de Negocio – Recursos Claves
Fuente: 704 Ingeniería C.A

Para que la organización pueda crear la propuesta de valor, se clasifican los recursos en tangibles e intangibles, dentro de los tangibles se encuentra un **Workshop** (infraestructura donde se albergarán las maquinarias y equipos) para la fábrica de ductos en calidad de alquiler, debe contar con los requerimientos necesarios de potencia eléctrica, espacios, acondicionamiento y climatización en caso de requerirlo, también, una zona de almacenaje para materia prima y para producto terminado, esto como factor crítico debido al volumen que ocupa la ductería, este **Workshop** debe encontrarse preferiblemente en una zona industrial a no más de 200 kilómetros de distancia de las obras potenciales, donde sean aceptados niveles de ruido altos, y con posibilidades de acceso para todo tipo de camiones de carga.

Seguidamente, es requerida una **maquinaria de primera calidad**, al tratarse de conformación y doblado de láminas se encuentran sistemas de transmisión (motores, engranajes, correas), rodillos, dobladoras que ese estarán en constante funcionamiento, y debe reducirse al máximo los riesgos por paradas de producción a raíz de fallas en maquinarias, por tanto, debe considerarse aquellos proveedores con trayectoria en el mercado y con servicio post-venta especializado.

Continuando, se establece que el **talento humano** forma parte de recursos tangibles e intangibles, estos formarán los equipos de trabajo orientados al alto desempeño y organizados sinérgicamente, por un lado, serán la fuerza laboral directa quienes harán uso de la maquinaria conformado por ducteros, aisladores, ayudantes, maestros y

supervisores, por otro, la fuerza laboral de participación indirecta que laborarán de manera remota (ubicados en sede central de Venezuela), entre ellos se encuentran ingenieros, gerentes de departamento, administradores, licenciados y aprendices. Cabe acotar, que estos últimos tendrán una participación protagónica en la creación del Know-How, y darán las directrices para el desarrollo del negocio.

Para que la estructura de trabajo y flujo de información de la fábrica de ductos sea realizada de manera efectiva, se debe estar respaldado por una **infraestructura tecnológica** y de **Software** sólida, para hacer desplazar las desventajas que resultan de la larga distancia entre la oficina central y el Workshop las comunicaciones deben ser de manera expedita e inmediata. Serán la orden de día transferencia de datos a mediana escala de hasta 20 Gb diarios. Así mismo, el software que servirá de apoyo serán el kERPc (para la administración de recursos y monitoreo financiero) y la Suite Fabrication de Autodesk (para la aplicación de la ingeniería asociada).

- **Actividades Claves**

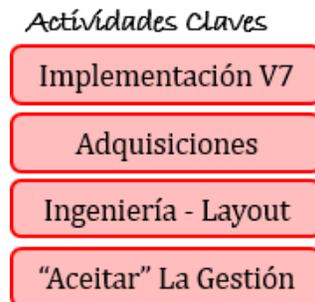


Figura 27 . Lienzo de Modelo de Negocio – Actividades Claves
Fuente: 704 Ingeniería C.A

Entre las actividades más importantes a ejecutar se encuentran: la **implementación del kERPc en la plataforma de Velneo 7**, antes de poner en funcionamiento la planta de producción de ductos, el software de gestión empresarial (ERP) debe estar

superado de su fase Beta, este siendo la piedra angular identificado como recurso clave para el proyecto.

Se debe realizar una **ingeniería** de detalle con el **layout** definitivo una vez se realice el alquiler del **Workshop**, para realizar el estudio de movimientos, ubicación de maquinarias, herramientas, y la logística de recepción de materia prima y despacho de producto terminado.

Conviene realizar un estudio de los proveedores claves para la materia prima (laminas y bobinas de acero galvanizado, aislamiento), las **adquisiciones** deben estar respaldadas con un banco de datos de suministro donde se indiquen los materiales, proveedores, precios del mercado, disponibilidad y tiempos de entrega, esto para garantizar una respuesta rápida en caso que existan picos en la producción.

Como último tópico más importante es el “**aceitar la gestión**”, esto tiene como finalidad realizar corridas en frío de las actividades diarias para la producción de ductos, se deben crear procedimientos normados para que los esfuerzos de todos los involucrados apunten en la dirección correcta.

- **Alianzas**



Figura 28 . Lienzo de Modelo de Negocio – Alianzas
Fuente: 704 Ingeniería C.A

Para la reducción de los riesgos en el ambiente competitivo se requiere de una **Contratista HVAC aliada** esta formará parte del desarrollo del proyecto en sus etapas tempranas con la finalidad de contratar las primeras ordenes de fabricación, esta contratista debe estar consolidada dentro del mercado y poseer obras en ejecución, la estrategia inicial será el ofrecimiento de precios competitivos.

Los **inversionistas** formarán parte importante para el desarrollo del negocio, ellos realizarán la inversión inicial requerida para la adquisición del equipamiento y maquinarias para la producción, siendo este el monto más importante financieramente hablando, esta alianza debe realizarse a cambio de beneficios financieros.

704 Ingeniería debe formar parte de las asociaciones **SMACNA y ASHRAE**, en estas dos entidades principalmente se concentran los proveedores, clientes, empleados y grupos de interés en el área en que se desarrollará el negocio, por tanto, en estas se pueden encontrar nuevas oportunidades y servir de canal de mercadeo de la fábrica de ductos.

- **Estructura de Costos**

Estructura de Costos



Figura 29 . Lienzo de Modelo de Negocio – Estructura de Costos
Fuente: 704 Ingeniería C.A

La estructura de costos debe estar **orientada a la reducción** de los mismos debido a la naturaleza del producto que se comercializa en grandes volúmenes, con un precio unitario bajo por libra de ducto fabricado, asociado a una automatización parcial de la producción y con servicios profesionales costosos que deben ser amortizados por la venta. Por tanto, se tendrán **costos fijos** (sueldos, alquileres, pago de servicios, gastos

de comercialización y publicidad, pago a inversionistas, depreciación de maquinaria, etc.) y **costos variables** (materia prima, comisiones, etc.)

Según el estudio de mercado se estructuran los costos considerando que, del ingreso neto estimado, el **34%** corresponde a costos variables de materia prima, seguido de la labor de mano de obra directa estimándose en un valor promedio de **\$45** por hora, suponiendo un grupo de trabajo de **8 operadores y 40 horas por semana**, se estima un costo variable neto de materia prima en **\$1,228,216** y costo neto por labores de **\$720,000**, por tanto, se ubica el costo neto total en **\$1,948,216**.

De esta manera, se evidencia que el proyecto se ubica en un orden de ingreso neto (EBIDTA), de **\$1,664,184** anuales.

Acta de Constitución de Proyecto. (Project Charter)

Propósito y Objetivos del Proyecto

Propósito del Proyecto

Accionistas y directores de la organización 704 Ingeniería C.A, requieren poner en funcionamiento una fábrica de ductos en lámina galvanizada de diversos calibres en los Estados Unidos de América, con la finalidad de expandir el negocio. Por tanto, se deben definir las estrategias para garantizar que la planta durante su funcionamiento arroje los indicadores financieros reales (VPN, TIR, Tiempo de Recuperación de la Inversión) equivalentes o mejores que los proyectados en el estudio “704 Ingeniería USA, Industry, Market and Projections Report” preparado por la empresa F&S Projects.

Se establece que la sede ubicada en Caracas, Venezuela debe realizar todas las actividades requeridas que soporten las operaciones de la Fábrica de Ductos, entre estas se encuentran: la ingeniería de detalle para proyectos HVAC, despiece de ductos, creación de órdenes de fabricación, planificación y monitoreo de la producción, contabilidad asociada, administración, procura de materiales, facturación, entre otros factores que garanticen la reducción de costos operativos (costos indirectos).

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

- Realizar la puesta en marcha de la fábrica de ductos en acero galvanizado de la empresa 704 ingeniería en su sede de Estados Unidos.

Objetivos Específicos

- Proyectar la ingeniería para la fábrica de ductos.
- Realizar la selección de la tecnología requerida para la puesta en funcionamiento de la fábrica de ductos.
- Planificar la instalación de la fábrica de ductos en acero galvanizado.

- Determinar la metodología preliminar de gestión y flujo de información interna entre sede central y la nueva fábrica de ductos.
- Efectuar la procura de materiales y herramientas para la fábrica de ductos en acero galvanizado
- Construir la fábrica de ductos en acero galvanizado.

Alineación Estratégica del Proyecto

Para la verificación de la alineación estratégica del proyecto de la fábrica de ductos se presenta en la siguiente figura el mapa estratégico de la organización.

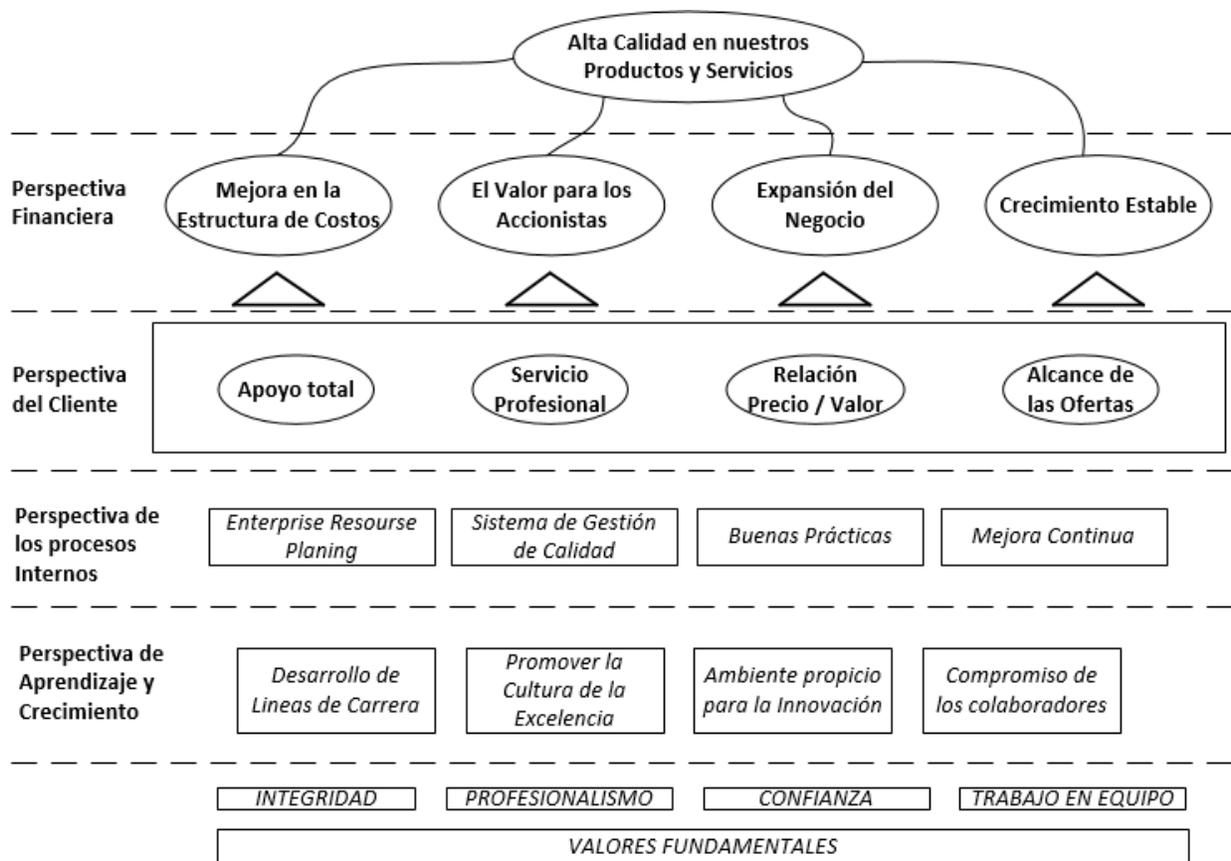


Figura 30 . Mapa Estratégico de la Organización
Fuente: 704 Ingeniería, C.A.

Considerando la **perspectiva financiera**, se debe lograr la máxima brecha positiva en los márgenes de contribución a partir de las ventas por la fabricación de ductos en lámina galvanizada en el mercado estadounidense, en consecuencia, la organización tenga una expansión en el negocio sostenible. Para que esto sea factible, debe orientarse las acciones a la reducción de costos, generando valor a los accionistas de la organización aumentando la confianza en el talento humano. Con el cumplimiento de los objetivos del presente proyecto se lograrán nuevas posibilidades de negocio.

Desde la **perspectiva del cliente**, con el logro de los objetivos del proyecto abrirá campo para un apoyo total en sus negocios ofreciéndole productos fabricados de alta calidad, con un servicio profesional de primera contribuyendo al desarrollo de la organización con la filosofía de prefabricación, entregando ductos cortados y armados, apuntando las operaciones según la premisa de “traslado de la obra a la fábrica”, donde nuestros clientes puedan verse beneficiados por la excelente relación precio valor resultante de nuestros servicios y productos.

El proyecto se encuentra alineado en la **perspectiva de los procesos internos**, donde uno de sus objetivos se centra en aplicar las buenas prácticas tanto en la gerencia de las operaciones como de ingeniería (aplicando estándares). En la fase de operación de la planta, se apuntará a la mejora continua de los procesos y hacer uso del software ERP (Enterprise Resource Planing), así todos los involucrados en la empresa sean partícipes y beneficiados de la nueva unidad de negocio.

Analizando la **perspectiva de aprendizaje y crecimiento**, se aumentará en gran medida el compromiso de los colaboradores, siendo una idea innovadora donde todos son partícipes en el logro de resultados positivos, afianzando la cultura de excelencia con la búsqueda de penetrar un mercado internacional, así mismo, mejorando las líneas de carrera de los profesionales de la organización.

Entregables Finales

- Planificación de actividades con el ente responsable de su ejecución según la estructura desagregada de trabajo generada.
- Flujo de caja proyectado de la inversión.
- Selección de la mejor alternativa tanto técnica como financiera.
- Plan de gestión de los riesgos detectados para la construcción de la fábrica de ductos.
- Modelo de gestión preliminar para las operaciones de la planta.

Suposiciones y Restricciones

Los siguientes factores para efectos del Pre-Project Planning deben ser considerados como ciertos, reales o certeros, además de delimitar la toma de decisiones para el equipo del proyecto.

- La organización 704 Ingeniería pone a disposición toda la infraestructura física y computacionales (como estaciones de trabajo, impresoras, plotters, oficinas, papelería) para la ejecución del proyecto.
- Se le sede al gerente de proyectos la disponibilidad del talento humano de la organización, según lo establecido en la selección del equipo de trabajo.
- En caso de imprevistos no cubiertos por el monto base del presupuesto, el gerente de proyectos debe solicitar mediante carta justificativa la solicitud de nuevos fondos monetarios.
- El gerente de proyectos debe reportar directamente al director ejecutivo, avances, incidencias, advertencias y resultados generados por el presente proyecto.
- El estudio de mercado realizado posee los indicadores de VPN: \$334,026 y TIR: 36.1%, con una inversión inicial de \$774,210 y deben ser considerados como base para las comparaciones técnicas y financieras a realizar, por tanto, el gerente de proyectos debe tomar en consideración estos indicadores como base para la fase de ejecución del proyecto.

Involucrados del Proyecto

Se realiza una identificación previa de los involucrados, que se encuentran listados a continuación:

Tabla 3. Involucrados del Proyecto

| Nombre del Interesado | Descripción |
|------------------------------------|---|
| Organización 704 Ingeniería | Accionistas, Directores, Gerentes, Supervisores y Empleados de la empresa |
| Konecta International | Empresa Asesora y Provedora de los servicios del ERP. |
| Asesores de Programación | Asesores con responsabilidades de creación, modificación y depurar el sistema de información ERP |
| Director de Empresa 704 Ingeniería | Sponsor del proyecto |
| S&F Projects | Asesores en el estudio de mercado del proyecto. |
| APLM Asesores | Asesor para brindar soluciones a problemáticas organizacionales, procesos y mercadeo de la empresa |
| Consultores Jurídicos | Los encargados de realizar los análisis legales en la organización |
| Clientes de Estados Unidos | Empresas, particulares, contratistas, entre otros, a los que se les ofrecerán el producto de fabricación (Ductería en Lámina Galvanizada) |
| Empleados de 704 Ingeniería | Participes realización las actividades, en la fase de ejecución del proyecto. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018)

Alcance Preliminar del Proyecto

A continuación, se muestra la Estructura Desagregada de Trabajo preliminar para la fase de ejecución del proyecto, esto adecuado según de la descripción de las inversiones a realizar para la construcción del taller de ductos indicados en el estudio de mercado.



Figura 31 . EDT Preliminar del Proyecto.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Diccionario de la Estructura Desagregada de Trabajo

A continuación, se indica el diccionario para cada uno de los paquetes de trabajo de la estructura desagregada de trabajo mostrada en la figura N°33, con la finalidad de definir y detallar los trabajos a realizar, indicando la descripción, criterios de aceptación, y control de calidad.

Tabla 4. Diccionario de Estructura Desagregada de Trabajo – Fábrica de Ductos de 704 Ingeniería.

| PAQUETES DE TRABAJO PROYECTO: FÁBRICA DE DUCTOS DE 704 INGENIERÍA. | | | |
|--|---|--|---------------------------------------|
| Nombre Paquete de Trabajo | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Maquinaria e Inventario | El equipo de proyectos, realiza la selección de la maquinaria y se realiza la | -Compra de equipamiento con fabricantes reconocidos. | -Documentación de fabricante para las |

| | | | |
|-----------------------------|---|--|--|
| | procura del equipamiento, adicionalmente, la materia prima para la producción de los ductos en su etapa inicial. | -Compra alineada a los criterios indicados en hojas de datos. -Maquinaria puesta en sitio según lo indicado en la ingeniería. | maquinarias. -Certificados de origen de la materia prima donde se indiquen normas y especificaciones técnicas. |
| Infraestructura Física | A partir de los requerimientos de espacios de la maquinaria seleccionada, equipo de trabajo operativo y de logística, se realiza el arrendamiento de un workshop. | -Espacio físico adecuado para realizar de manera satisfactoria las operaciones de fabricación y gestión de la fábrica de ductos. | -Planos de arquitectura y servicios. -Documentación legal actualizada con cláusulas de permanencia y asociadas al alquiler. |
| Infraestructura Digital | Se realizan las adquisiciones e instalación de los softwares de apoyo para una debida gestión y monitoreo de las operaciones realizadas en la fábrica de ductos. | -Software debidamente seleccionados ajustados al flujo de trabajo de la fábrica de ductos. -Deben estar alineados a la tecnología seleccionada en la maquinaria e inventario. | -Manuales y capacitación técnica inicial para el uso de softwares adquiridos. |
| Arranque y Puesta en Marcha | Se realizan las labores de arranque y puesta en marcha, donde se ajustarán y calibrarán la maquinaria para su óptimo funcionamiento. | -Equipos en funcionamiento sin fallas. -Piezas de ductos debidamente fabricadas y con los estándares de calidad establecidos por SMACNA | -Planillas de arranque. -Registros de incidencias con plan de correcciones. -Hojas de datos |

| | | | |
|-----------------|--|--|--|
| | | | actualizadas. -Planes de mantenimiento preventivo y correctivo según fabricantes |
| Pre-Operaciones | Se ejecuta las primeras fabricaciones de prueba, se miden rendimientos de producción de todo el sistema. | -Equipos en funcionamiento con el debido entrenamiento de la operación a los trabajadores. | -Registro de rendimientos de producción. -Registro de lecciones aprendidas. -Manuales de adiestramiento. |

Fuente: PMI (2017)

Estimado de Costos Clase V.

A continuación, se encuentra el desglose de costos distribuido según la estructura desagregada de trabajo preliminar indicada en el acta de constitución del proyecto.

Tabla 5. Estimado de Costos Clase V para la construcción

| Paquetes de Trabajo | Monto en USD \$ |
|---|-----------------|
| Maquinaria e Inventario | 315,000 |
| Infraestructura Física | 17,955 |
| Infraestructura Digital | 1,944 |
| Arranque y puesta en Marcha | 60,750 |
| Pre-Operaciones | 301,140 |
| Subtotal | 696,789 |
| Administración Profesional del Proyecto (*) | 77,421 |
| Total | 774,210 |

(*) se determina un 10% del subtotal para la gerencia del proyecto.

Cronograma de Ejecución Preliminar

A continuación, se muestra el cronograma de ejecución para la obra preliminar, ajustándose en un tiempo de unas 34 semanas u 8,6 meses, esto según los paquetes de trabajo especificados en la figura 31.



Figura 32 . Cronograma de Ejecución Preliminar
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

CAPITULO VI. FEL II: CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

El segundo grupo de actividades se enfoca en el análisis de las alternativas disponibles para el proyecto, para esto se debe realizar un estudio previo de conceptos, selección de maquinarias, y verificar los beneficios de una opción versus otras.

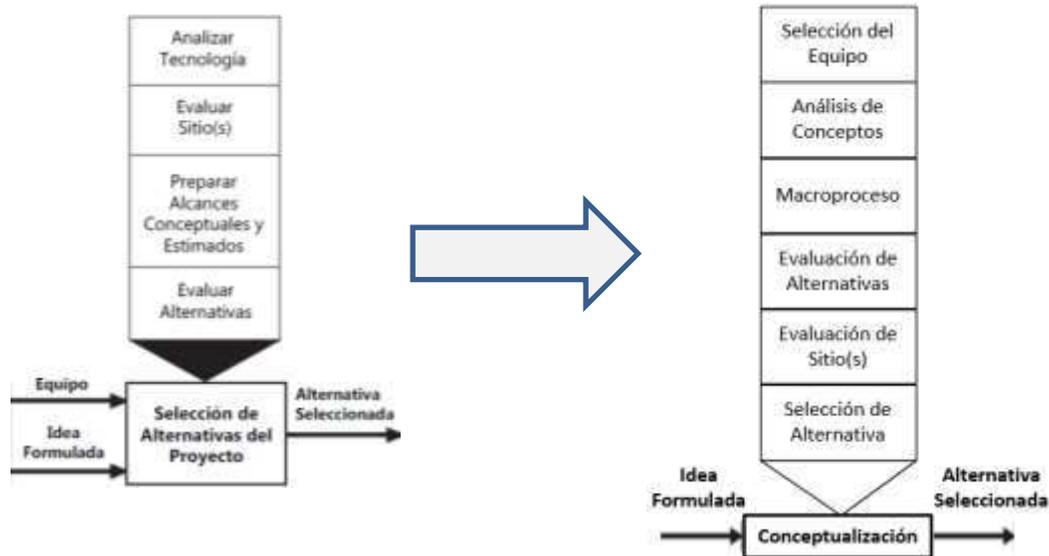
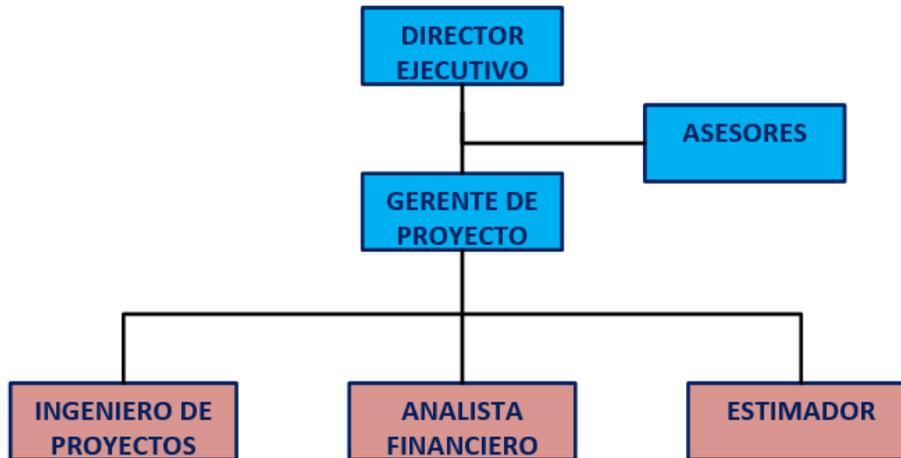


Figura 33 . Adaptación Fase Conceptualizar

**Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995) /
704 Ingeniería (2018)**

Selección del Equipo de Trabajo

Los partícipes de la creación del Pre-Project Planning, para el montaje y puesta en funcionamiento de la Fábrica de ductos de la empresa 704 Ingeniería, están definidos por un equipo multidisciplinario para realizar de manera efectiva el análisis de los requerimientos de todos los aspectos del proyecto, forman parte importante de los involucrados del proyecto (Stakeholders), y estos deben cumplir con criterios de experticia, capacidad y la autoridad necesaria para la toma de decisiones, en la Figura 34 se muestra la gobernabilidad del Pre-Project Planing.



**Figura 34 . Organigrama del Pre-Project Planning.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A.**

En el Anexo A se encuentra las descripciones de puesto, para los partícipes involucrados en la Figura 34, se describen los propósitos, desafíos y retos, además de las áreas de responsabilidad, dimensiones, y sus respectivas relaciones.

Análisis de Conceptos

- **BIM – Building Information Modelling**

BIM se basa primordialmente en la creación de maquetas electrónicas/digitales, el cual se pueden simular las fases de la construcción tradicional de manera gráfica, aportando en tiempo real indicadores y alertas a posibles fallas. Al ser un modelado computarizado los diseñadores pueden realizar constantes ajustes antes que la construcción sea ejecutada.

En la Figura 35 se muestra un esquema de trabajo de la filosofía BIM, en cada fase los involucrados en el proceso de edificación aportan información, de esta manera el modelado absorbe datos los cuales pueden ser compartidos y consultados oportunamente según los requerimientos.

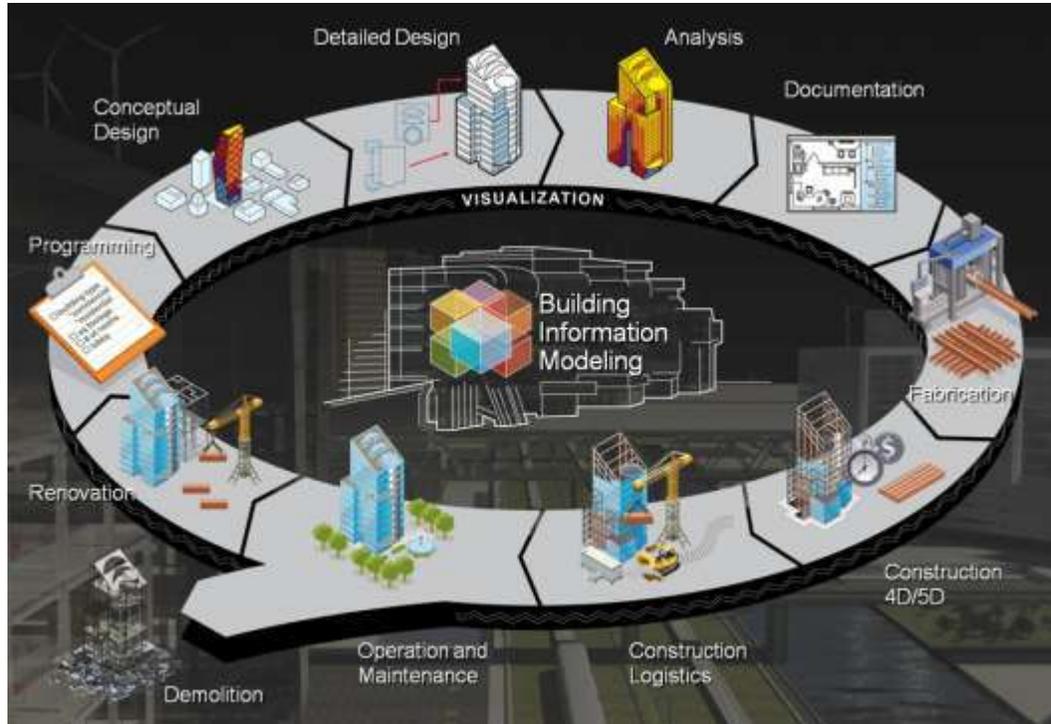


Figura 35. Ciclo de Vida del modelado BIM.

Fuente: ¿Qué es el BIM? Web: <http://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

La fábrica de ductos se apoyará primordialmente en la fase de “Fabricación”, en este punto se hace uso de maquinaria controlada por computadoras, entre ellas, la manufactura por Control Numérico Computarizado (CNC), corte por plasma e impresoras 3D, todas estas como parte integral del proceso de diseño y aportando un valor al negocio aumentando la calidad, reduciendo tiempo y costos.

- **Fabrication Suite Autodesk**

Es un paquete de softwares que dan apoyo a la gestión empresas contratistas MEP⁴ aplicando parte de la filosofía BIM (Building Information Modeling) de fabricación o construcción. Este lo conforman tres sub-aplicaciones, Fabrication CADmep, ESTmep y

⁴ Siglas en inglés “Mechanical, Electrical, Plumbing”.

CAMDuct, destinadas a áreas especializadas de diseño, estimación y fabricación respectivamente.

Primeramente, con el CADMep se realiza el detallado de las instalaciones mecánicas, creando una maqueta digital donde se puede realizar verificaciones de medidas, interferencias entre servicios, especificaciones de materiales, generación de planos de construcción, entre otros.

Seguidamente, el ESTMep se encarga de realizar estimaciones de costos, de tiempos de fabricación, tiempos de instalación, contabilización de materiales requeridos para la construcción y creación de presupuestos.

Finalmente, cierra el ciclo el CAMDuct, este genera planos de fabricación, reporta materiales consumidos, horas de recursos humanos y de herramientas, es decir, gestiona todos los parámetros para la fabricación en taller mecánico de láminas de acero (Sheet Metal Shop).

- **Diseño de Sistema de Ductería**

El sistema de ductería es una red de distribución de aire mediante conductos diseñados bajo parámetros de la mecánica de fluidos, se encarga de conducir los caudales de aire desde el aparato de acondicionamiento hasta los ambientes a acondicionar.

Todo sistema debe cumplir los siguientes criterios y premisas para garantizar el buen funcionamiento, no tomarlos en cuenta puede atentar la calidad de la instalación HVAC durante su uso:

- Estabilidad dimensional (deformaciones en la forma) y rigidez.
- Estanqueidad del aire dentro del conducto (control de fugas).
- Resistencia a vibraciones (fatigas y apariencia).

- Ruidos, generación, transmisión o atenuación.
 - Exposición, exterior, interior, sometimiento de temperaturas extremas, viento, bajo tierra, corrosión entre otros factores.
 - Soportes, alineación y retención de posición.
 - Resistencia a sismos.
 - Conductividad térmica, ganancia o pérdida de calor y control de condensación.
- **Clasificación de Presión – Velocidad:**

En la industria de la fabricación de ductos, se hace uso de los términos “alta presión” y “baja presión”, estas expresiones se recomienda no usarlas, ya que se indican de manera vaga las exigencias del diseño. El diseñador del sistema de ductos debe especificar la selección numérica de la clase de presión estática requerida, tomando en cuenta las condiciones aceptables de la velocidad y la presión, incluyendo las sobre presiones y los vacíos que puedan ocurrir durante la operación. La Tabla 6 define la presión estática de operación según la clase del ducto.

Tabla 6. Presiones estáticas en ductos.

| Duct Pressure Class | | Operating Pressure |
|---------------------|------|-----------------------|
| (in.) | (Pa) | |
| 1/2" wg | 125 | Up to 1/2" wg |
| 1 " wg | 250 | Over 1/2" up to 1" wg |
| 2" wg | 500 | Over 1" up to 2" wg |
| 3" wg | 750 | Over 2" up to 3" wg |
| 4" wg | 1000 | Over 3" up to 4" wg |
| 6" wg | 1500 | Over 4" up to 6" wg |
| 10" wg | 2500 | Over 6" up to 10" wg |

Fuente: SMACNA 1995.

- **Sellado de Ductos**

La selección del cerramiento de los ductos es factor fundamental para garantizar la estanqueidad del sistema, según la clasificación de la presión estática de los ductos se selecciona la clase del sello, esto tiene como resultado el uso de juntas longitudinales y transversales ajustadas a las condiciones de diseño, garantizando el buen funcionamiento del sistema con un porcentaje mínimo de pérdidas (fugas) en todo su recorrido, la clasificación de esos cerramientos se indican en la siguiente tabla.

Tabla 7. Clasificación de Sellado de Ductos.

| SEAL CLASS | Sealing Requirements | Applicable Static Pressure Construction Class |
|---|--|--|
| A | Class A: All Transverse joints, longitudinal seams, and duct wall penetrations | 4" wg and up (1000 Pa) |
| B | Class B: All Transverse joints and longitudinal seams only | 3" wg (750 Pa) |
| C | Class C: Transverse joints only | 2" wg (500 Pa) |
| In addition to the above, any variable air volume system duct of 1" (250 Pa) and 1/2" wg (125 Pa) construction class that is upstream of the VAV boxes shall meet Seal Class C. | | |

Fuente: SMACNA 1995.

- **Material de Ductos**

En caso que se encuentre indicado lo contrario en la ingeniería, el material a usar en los sistemas de ductos debe ser acero galvanizado revestido G-60 con grado de conformación acorde a las normas ASTM A653 y A924, con una resistencia a la fluencia para el material de 30.000 PSI. Este material puede solicitarse en presentaciones de bobinas y en formato lámina, dependerá del uso y tipo de alimentación de la maquinaria de conformación. En la siguiente figura se muestra especificaciones de las dimensiones y presentaciones de la materia prima.

Dimensiones

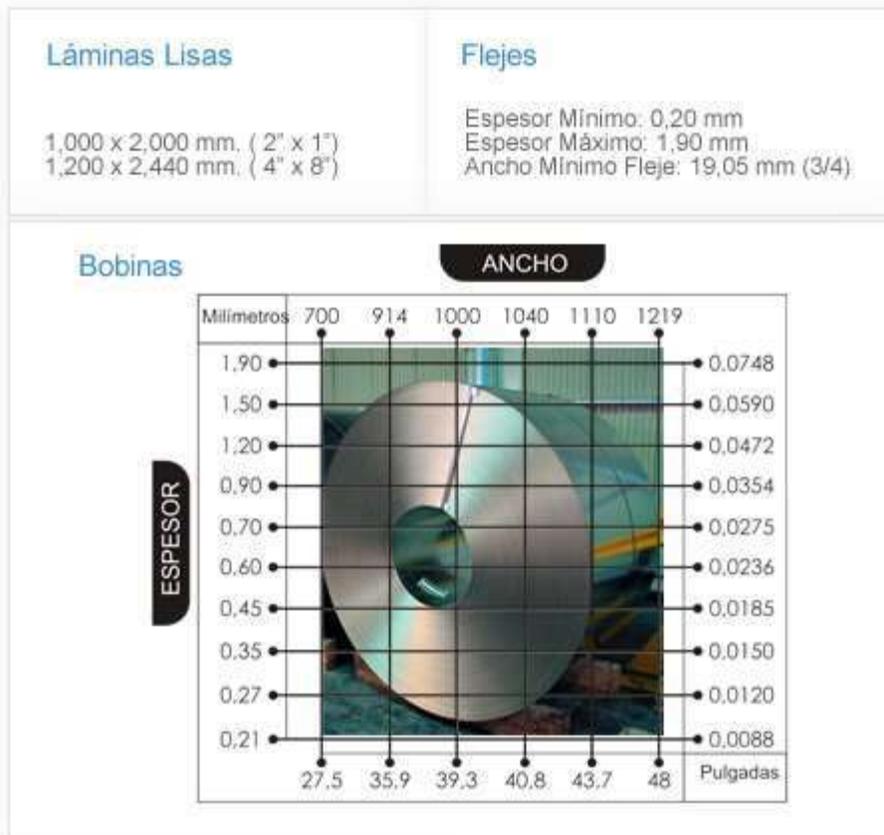


Figura 36 . Especificaciones del Acero Galvanizado

Fuente: Lamigal. Web: <http://www.lamigal.com.ve/acero-galvanizado/bobinas-laminas-flejes-galvanizado.html>

La selección del calibre adecuado es importante para evitar vibraciones en el sistema y garantizar que el nivel de ruido sea el adecuado, adicionalmente, el ducto en su sección transversal no logre deformarse. En la Figura 37 se muestra los calibres recomendados según sus dimensiones.

| DUCT DIMENSION (in.) | MATERIAL GAGE | | | |
|----------------------|-----------------|------|---------------------|------|
| | Steel U.S. Gage | | Aluminum B & S Gage | |
| | Duct | Slip | Duct | Slip |
| Up to 24 | 24 | 24 | 22 | 20 |
| 24 to 30 | 24 | 24 | 22 | 20 |
| 31 to 60 | 22 | 22 | 20 | 18 |
| 61 to 72 | 20 | 20 | 18 | 16 |
| 73 to 90 | 20 | 20 | 18 | 16 |
| 91 and Up | 18 | 20 | 16 | 16 |

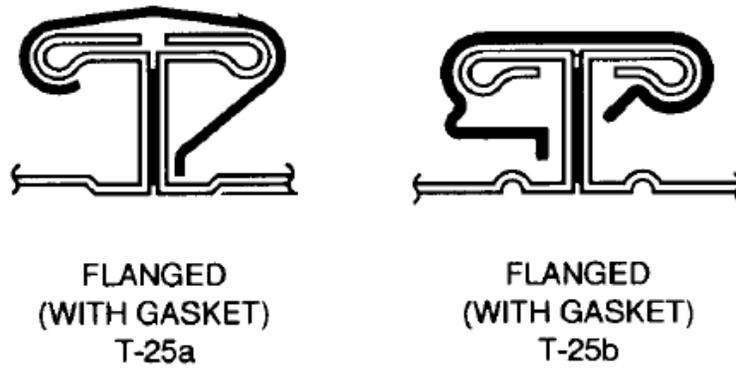
Figura 37 . Espesores de lámina recomendadas para ductos rectangulares
Fuente: Handbook of Air Conditioning System Design (1965)

- **Juntas**

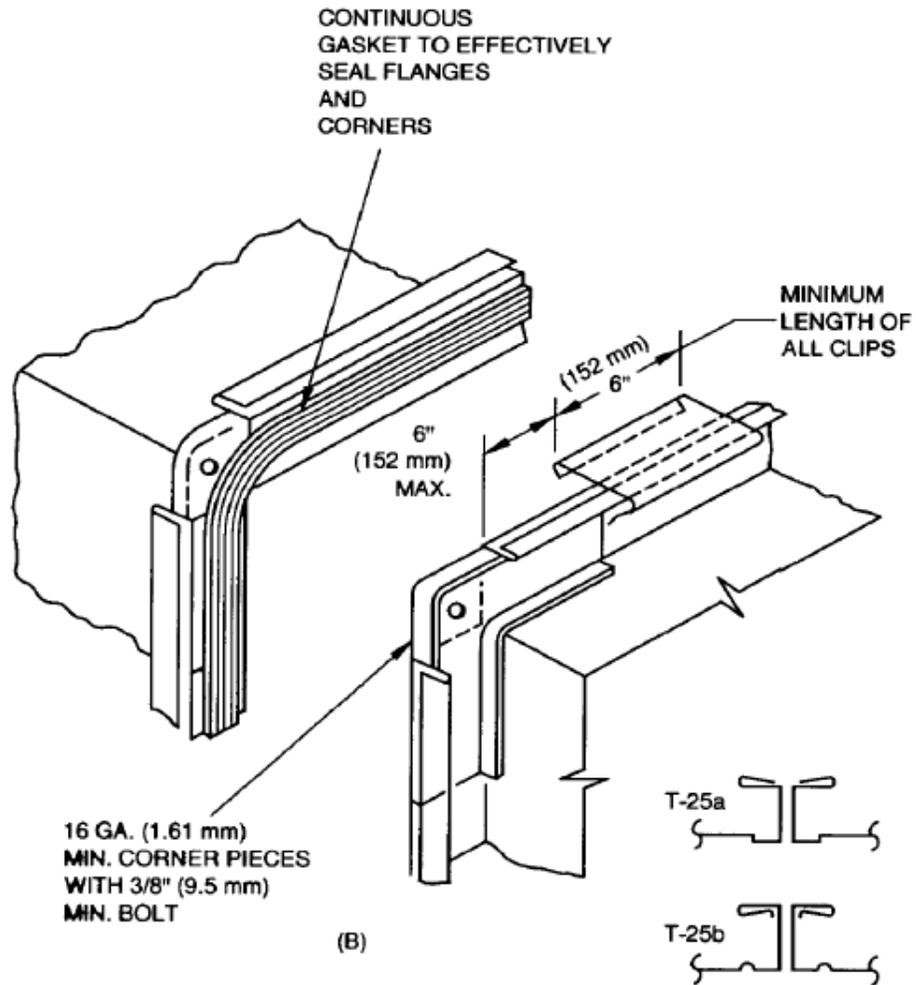
Las juntas deben ser seleccionadas acorde a la presión estática en los ductos, la fábrica de ductos fabricará juntas Transversales T-25a o T-25b, y juntas longitudinales Pittsburgh Lock.

- **Juntas Transversales T-25a y T-25b**

Este tipo de juntas poseen nombres comerciales de Transverse Duct Connection TDC (para T-25a) y Transverse Duct Flange TDF (para T-25b), El ensamblado de esta junta se muestra en la Figura 38 (en corte transversal) y Figura 39 se especifican los detalles constructivos y accesorios adicionales.



**Figura 38 . Juntas Transversales TDC.
Fuente: SMACNA (1995).**



**Figura 39 . Detalles Juntas Transversales TDC.
Fuente: SMACNA (1995).**

Las características de este tipo de juntas son:

- Los conectores o “Corners” que son colocados en los vértices de la junta.
- Soporta hasta $\pm 10''$. Wg de presión estática (con la debida selección de refuerzos)
- Debe colocarse una empaquetadura durante la instalación para garantizar un sellamiento efectivo.

- **Esquineros, Corners o Conectores.**

Corresponden a los elementos fijados en los vértices de los ductos, estos tienden a ser fabricados mediante cortado y embutición en lámina galvanizada de calibre 16 o mayor (según fabricantes), estos poseen una forma de “L” y dan rigidez a la sección transversal de los ductos, también, gracias a ellos se logra la fijación mediante pernos de manera similar a las bridas en sistemas de tuberías. En la siguiente figura se muestran distintos tipos de esquineros.

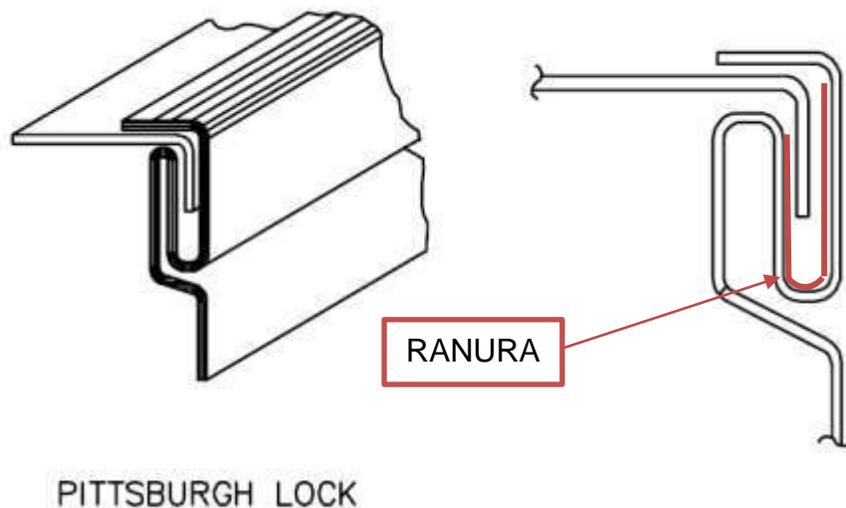


Figura 40 . Esquineros, Corners o Conectores TDC.

Fuente: <http://www.buildingsuppliesplaza.com>

- **Juntas Longitudinales - Pittsburgh Lock**

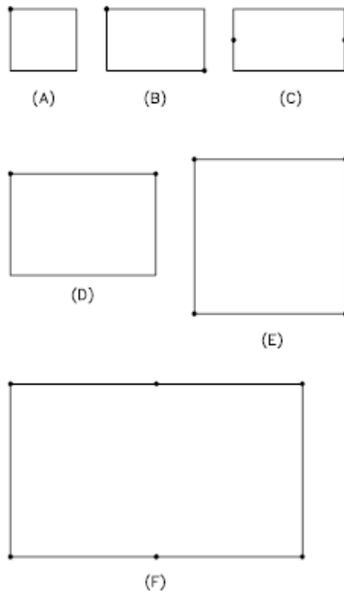
Estas se crean a lo largo de la ductería sirve de cerramiento de los ductos. En ocasiones se abrevia comercialmente como Pitts-L. El ensamblado se muestra a continuación, en la Figura 41, las locaciones donde se puede realizar esta junta se encuentra en la Figura 42.



**Figura 41 . Detalle de junta Pittsburgh Lock.
Fuente: SMACNA (1995).**

Las características de este tipo de juntas son:

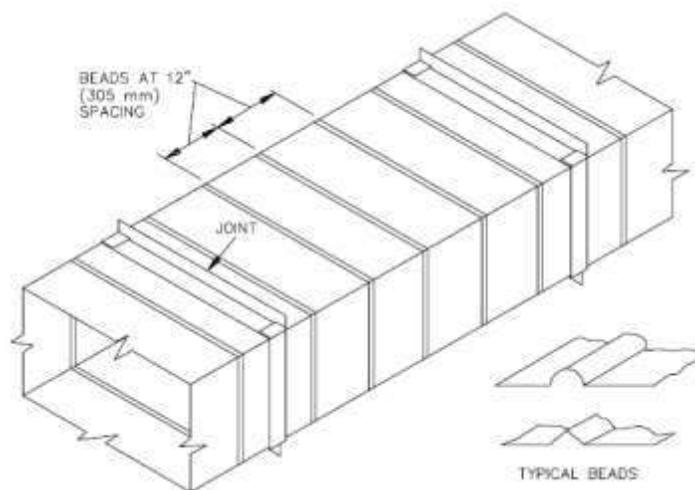
- La ranura puede tener una profundidad desde 1/4" a 5/8"
- Usado en ductos rectos y piezas (fittings)
- Soporta hasta ± 10 ". Wg de presión estática.



**Figura 42 . Lugares posibles para la Junta Pittsburgh Lock.
Fuente: SMACNA (1995).**

- **Refuerzos**

Estos son creados en los ductos, para aumentar área transversal y aumentar la rigidez del ducto, con estos se reducen las vibraciones, en la Figura 43 se muestra las especificaciones de fabricación



**Figura 43 . Refuerzos (Beads) en ductos.
Fuente: SMACNA (1995).**

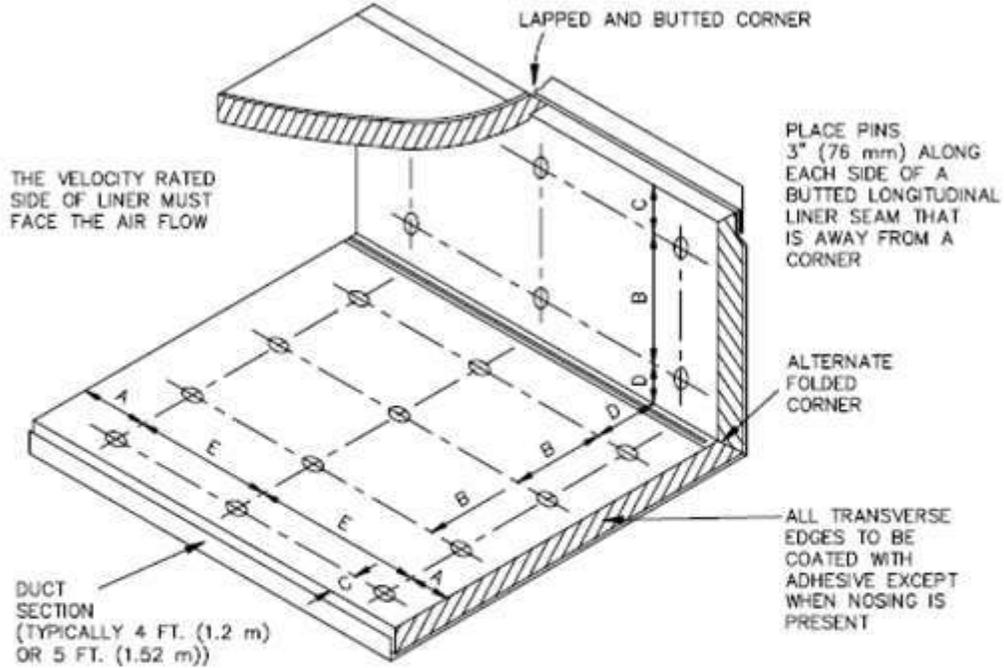
- **Aislamiento**

Es aislamiento sirve de barrera contra las ganancias o pérdidas de calor, también para evitar la condensación en los ductos debido a las diferencias de temperaturas entre el exterior e interior del ducto. Estos pueden estar instalados en el exterior o fijados internamente al ducto, esto dependerá del fabricante, y tipo de material seleccionado.

Para el caso de la fábrica de ductos, se hará uso de dos tipos de materiales aislantes primordialmente, espuma elastomérica y fibra de vidrio, ambos vienen en presentaciones de láminas y en rollos (mejor conocidos como liners). La selección vendrá dada según las condiciones ambientales en que se encontrará el ducto y según la resistencia térmica asociada a un espesor de pared.

Estos aislantes se colocarán internamente, mediante adhesivo líquidos y graps fijados por electropuntos (llamados Powerpoint Weld Pins), en la siguiente figura se muestran como estos deben estar instalados según los espaciamientos recomendados en los ductos.

INTERIOR WIDTH OF 8" (200 mm) AND LESS DOES NOT REQUIRE PINS.



MAXIMUM SPACING FOR FASTENERS.
ACTUAL INTERVALS ARE APPROXIMATE.

"A" PIN ROW MAY BE OMITTED WHEN METAL NOSING IS USED. "E" THEN STARTS FROM THE NOSING.

| Velocity* | Dimensions | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | A | B | C | D | E |
| 0 - 2500 FPM (0 - 12.7 MPS) | 3" (76.2) | 12" (305) | 4" (102) | 6" (152) | 18" (457) |
| 2501 - 6000 FPM (12.7 - 30.5 MPS) | 3" (76.2) | 6" (152) | 4" (102) | 6" (152) | 16" (408) |

LINER ADHERED TO THE DUCT WITH 90% MIN. AREA COVERAGE OF ADHESIVE

* UNLESS A LOWER LEVEL IS SET BY MANUFACTURER OR LISTING AGENCY

Figura 44 . Instalación de Aislamiento (Liners).
Fuente: SMACNA (1995).

- **5 “S” para Ductwork Shop**

Estas consideraciones deben tomarse en cuenta a la hora de la organización de una fábrica de ductos, cuando es analizado el flujo de trabajo de las contratistas mecánicas en los proyectos de construcción, la fabricación de ductos representa hasta el 10% del tiempo total de ejecución de obra. Por tanto, uno de los factores diferenciadores de los servicios a prestar debe estar basado en la velocidad de entrega. Muchas veces esta velocidad no necesariamente está ligada al trabajo duro ni veloz por parte de los ducteros, si no, en que tan bien está organizado y distribuido las herramientas dentro del taller. Las 5 “S” para el taller de ductos corresponden a herramientas LEAN (magro, sin desperdicios), tal como se indican a continuación:

Sorting – Clasificación.

Debe realizarse en primera instancia, significa que debe ser apartado todo lo que es necesario para la fabricación de lo que no lo es, deben estar organizados los materiales y herramientas para que no se abarrote los espacios de trabajo, debe evitarse rotundamente el desorden.

Simplify – Simplificar.

Organizar el taller, para aquellos materiales requeridos de la fabricación, destinando sitios únicos para estos insumos como esquineros, tornillos, barras, etc, de esta manera, los trabajadores siempre sabrán donde ir a buscar estos materiales constantemente.

Sweeping – Barrido

Significa limpiar físicamente el área de trabajo, con menos desorden se hace más fácil detectar los problemas, aparte de crear un área de trabajo más segura. No es solo “barrer”, se debe recoger las herramientas y materiales que están fuera de lugar y devolverlos a su lugar asignado, esto asegurará encontrarlos más rápido para otros usuarios.

Standardizing – Estandarización

Significa crear formas estándar para mantener las áreas de trabajo organizadas, limpias y ordenadas, es decir aplicar estas 5 “S”, se recomienda el uso de código de colores y medidores estándar, así se reducen las curvas de aprendizaje en la fábrica.

Self Discipline – Auto disciplina

La “S” final significa seguir los lineamientos establecido por las 5 “S”. Se requiere mantener la mejora continua y para esto puede aplicarse listas de verificación 5 “S” y aplicarla mensualmente, Esto ayudará a mantener el enfoque y educa indirectamente a quienes hacen la evaluación.

Con la aplicación de estas premisas, puede mejorar notablemente la velocidad del trabajo sin el sacrificio de la calidad, reducir tiempo de búsqueda de material y herramientas, apuntar a la organización es un trabajo en equipo, donde el objetivo común es ganar más trabajos.

Macroproceso

Se presenta el macro proceso de la fábrica en la siguiente figura:

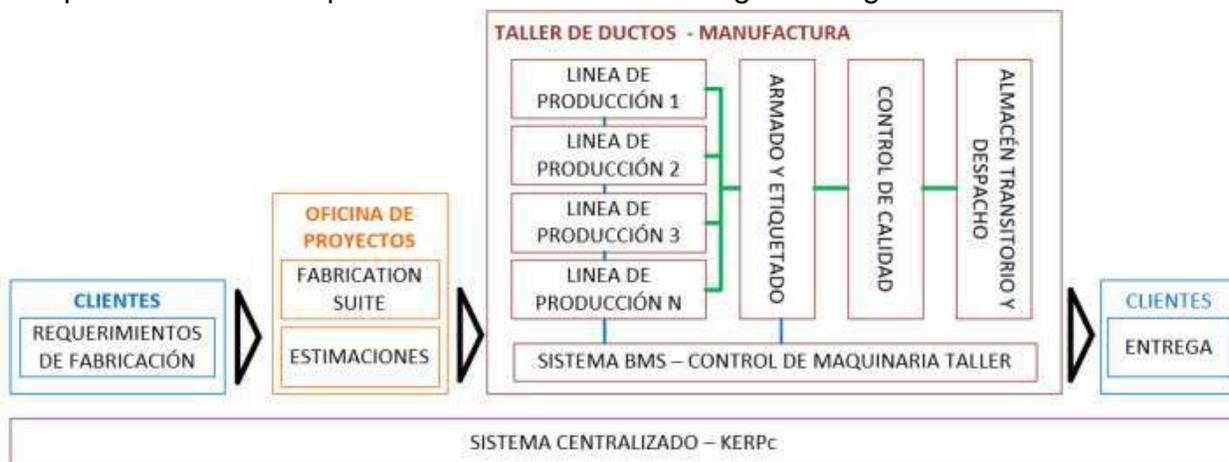


Figura 45 . Macroproceso de la Fábrica de ductos.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Para el desarrollo del resto del presente estudio se basará como esquema de trabajo la Figura 45, esta ilustra las operaciones que debe cumplir los involucrados de la organización y las etapas a ser completadas para efectuar el ciclo de vida de los proyectos de manera exitosa que aquí se ejecuten.

Inicialmente, a través del grupo de CRM y la red de mercadeo de la organización (web site, asistencia a eventos, publicidad, entre otros) se atraerán los clientes, los requerimientos para la fabricación de ductos serán recopilados y analizados para el asegurar que cumplan con los criterios de aceptación para la fabricación. Una vez que CRM envía los requerimientos a la oficina de proyectos, es aplicada la filosofía BIM con el uso de del Software Fabrication Suite, estos se transforman en un modelo digitalizado inteligente, a partir de este modelado se desagregan la cantidad de piezas de fabricación (ductos rectos, fittings, soportes), materiales requeridos, tiempos de fabricación, uso de herramientas y reportes de fabricación, adicionalmente, las estimaciones se encarga de realizar análisis de los costos de los productos desglosándolos en una estructura de insumos de fabricación (materiales), equipamiento (depreciación) y mano de obra (jornales).

La oficina de proyectos una vez haya preparado el paquete de información para la fabricación (denominada Órdenes de Fabricación - OF), se es enviado al taller de ductos, el coordinador de planta según los lineamientos indicados procede a realizar la organización operacional, asignando los trabajos y preparando las líneas de producción, estaciones de trabajo, y verificando los acabados de la fabricación. Todos los procesos productivos que ahí se ejecuten estarán monitoreados por un sistema BMS, en este concurrirán todas las señales enviadas por la maquinaria.

Una vez concluidas las Ordenes de Fabricación se es entregado al cliente, puede existir variantes en la entrega de piezas ya sea a puerta de fábrica donde el cliente

retira el producto o transportándolo mediante camiones al sitio de la obra (con un costo adicional).

Todo el ciclo de vida de los proyectos es monitoreado a través del sistema KERPc, mediante sus módulos de CRM, Centro de Información, Fabricación, Talento Humano y Administración - Finanzas. A continuación, se detallan cada estación del proceso:

Cientes: Requerimientos de Fabricación.

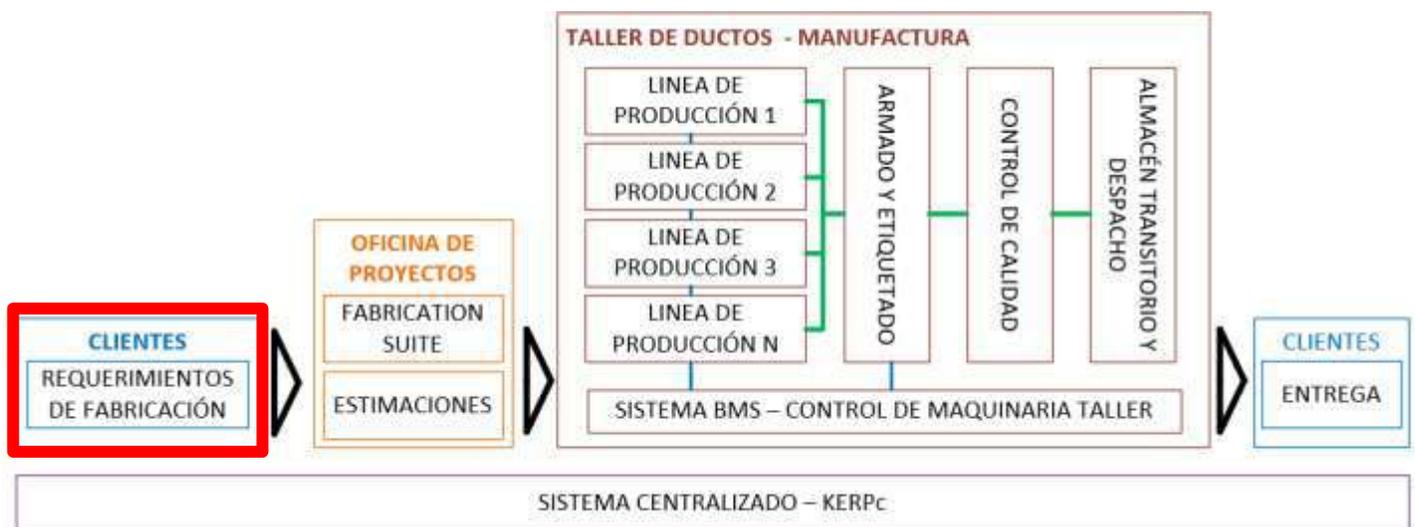


Figura 46 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Sección Clientes.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Las labores de ventas del departamento de CRM ofrecen los productos y servicios de la organización al mercado, los clientes deben tener características esenciales para cumplir con la estrategia del proyecto en su fase de visualización, se atenderán a contratistas MEP que posean obras en la zona los cuales manejen contratos donde las especificaciones de la ductería estén alineadas al producto ofrecido.

La documentación a solicitar debe ser la siguiente:

- Planos en CAD preferiblemente en formato AutoCad (extensión .DWG) o en su defecto modelado BIM preferiblemente en formato Revit (extensión. RVT) en el caso que el modelado esté basado en otro software comercial se debe recibir en formato abierto de BIM (extensión .IFC)
- Especificaciones técnicas, normas aplicables en el diseño y detalles de instalación exigidos en la obra.
- Memoria descriptiva del proyecto, donde se indique el tipo de instalación y la aplicación de la edificación (centro comercial, hospital, edificio de oficinas, etc).

Los vendedores, deben cargar a la base de datos mediante el módulo de CRM de KERPC, además de los documentos descritos anteriormente, toda la información correspondiente al cliente como historial de visitas y/o de reuniones, avances en la estrategia de captación, entre otras consideradas como importantes, de esta manera, la oficina de proyectos al estar de forma remota pueda tener una visión clara del desarrollo de los proyectos.

Las particularidades solicitadas por los clientes deben tener un tratamiento especial, por ejemplo, presentación de formatos, cantidad de documentos, diseños inusuales, entre otras, el vendedor debe documentar exhaustivamente los requerimientos, así, la oficina de proyectos pueda analizar su factibilidad técnica de fabricación asegurando la calidad de los productos.

Oficina de Proyectos

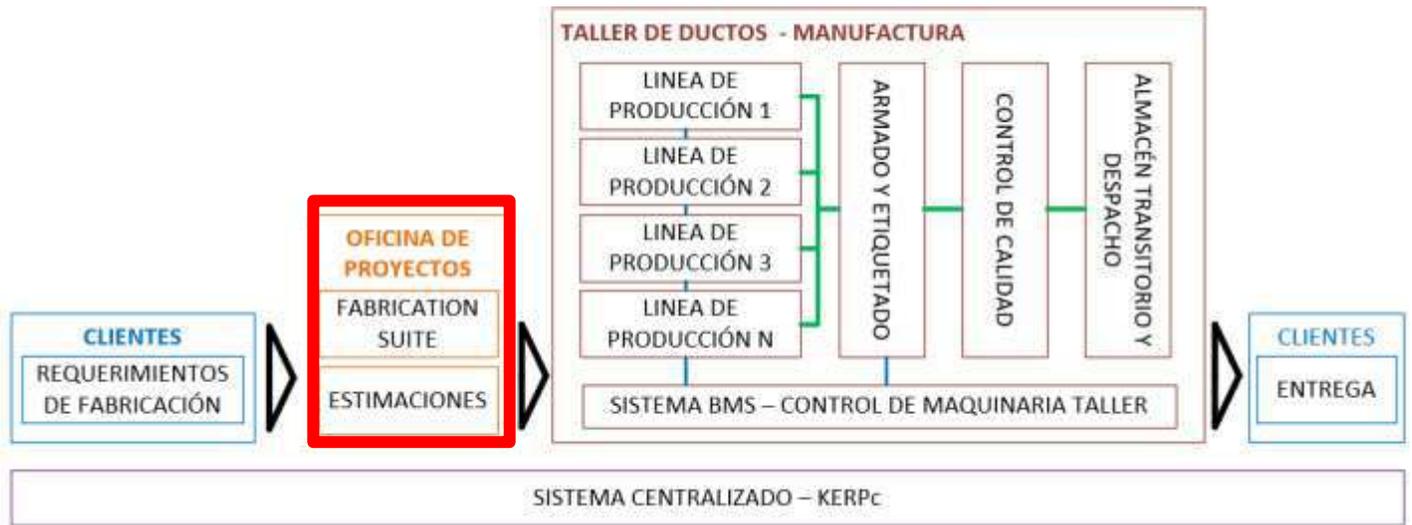


Figura 47 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Oficina de Proyectos.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

La oficina de proyectos, como se comentó anteriormente, se encuentra de manera remota con respecto a la ubicación del Taller de Ductos, al tener las operaciones en Caracas, Venezuela se debe tener una estructura de comunicación sólida y normada, para esto, se apoyará el flujo de información en la base de datos de KERPC con su módulo de Centro de Información.

En la oficina de proyectos existirán analistas, modeladores BIM, estimadores, administradores y coordinadores para garantizar (de manera directa e indirecta) que las Ordenes de Fabricación sean realizadas bajo costos, tiempos y con alta calidad.

La oficina se encargará de:

- Modelado BIM con el uso de Fabrication Suite y REVIT.
- Desgloses (Cómputos Métricos)
- Estimado de costos de fabricación (materiales, equipos y mano de obra)
- Creación de presupuestos.

- Realización de documentos para la fabricación y destinados al cliente (internos y externos).
- Creación de las Ordenes de Fabricación
- Monitoreo de la maquinaria de taller.
- Revisión de las variables financieras y de producción del taller.
- Control de la contabilidad y centros de costos del taller.
- Gestión de compras con proveedores.
- Gestión del talento humano, pagos, beneficios, reportes de desempeño, fichas de empleados, etc.

Cabe acotar, que la oficina de proyectos debe realizar parte de la planificación de la producción, las Ordenes de Fabricación deben estar creadas según el tipo de ducto a fabricar (patrones) orientadas a las líneas de producción correspondientes.

Taller de Ductos – Manufactura.

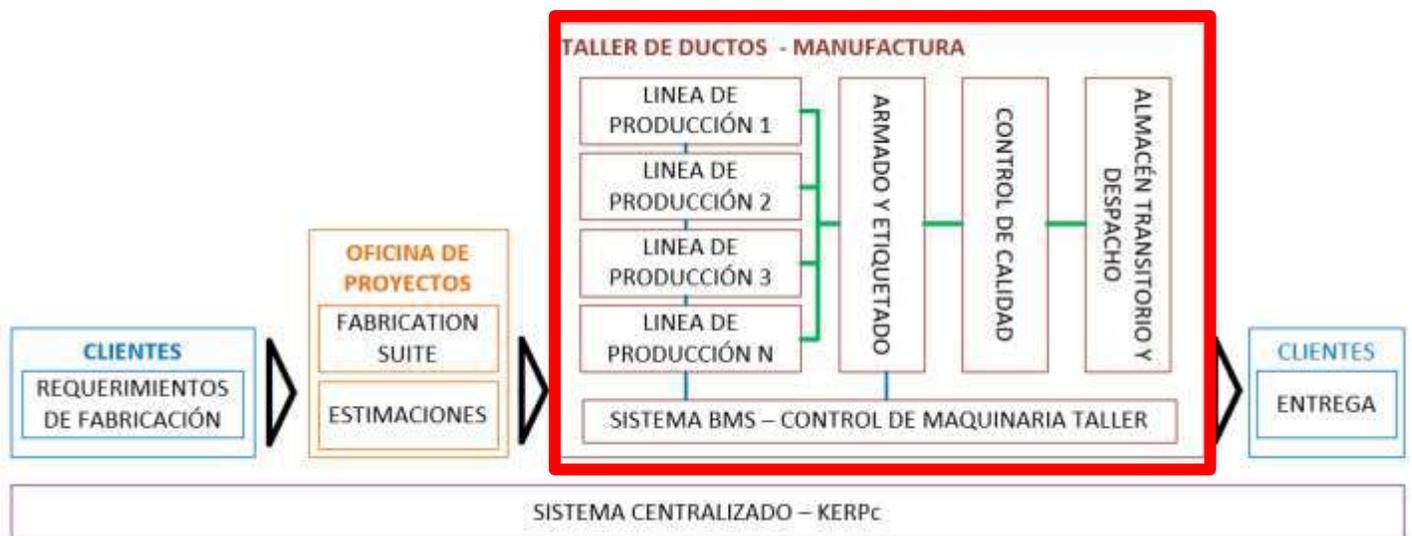


Figura 48 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Taller de Ductos - Manufactura.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Esta es la unidad de negocio ubicada en los Estados Unidos de América, es aquí donde se recibirán las ordenes de fabricación y se pondrá en marcha la producción de ductos según las líneas de producción establecidas.

Línea de Producción 1:

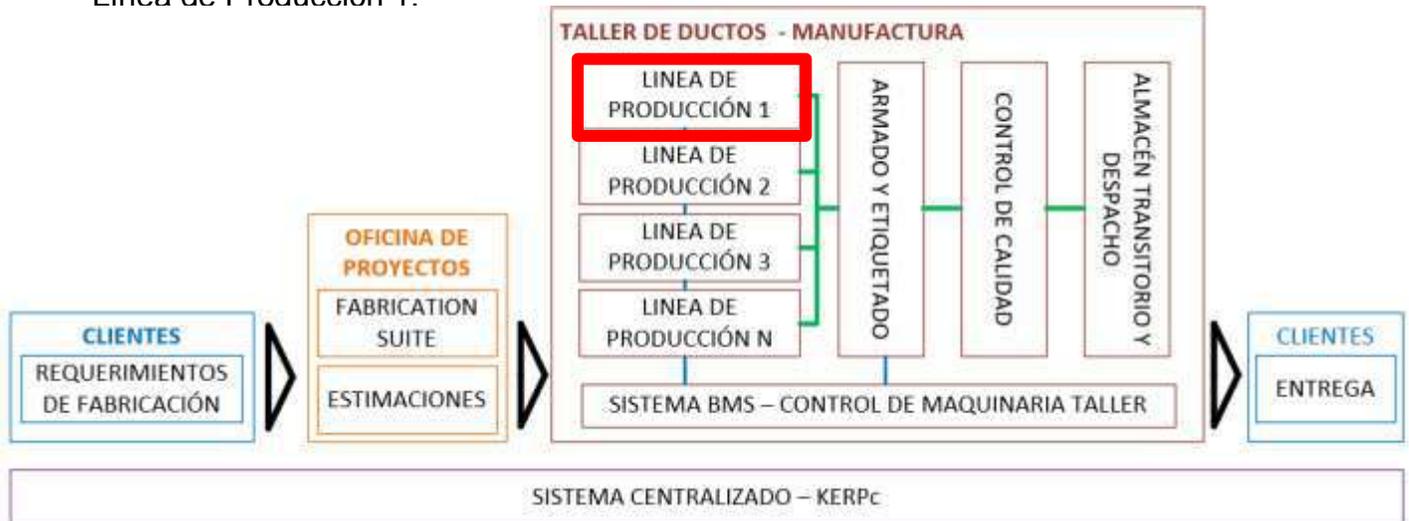


Figura 49 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 1.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Corresponde a la fabricación de ductos rectos con conectores TDC. Esta posee la particularidad que deben atender a una fabricación en serie considerando la premisa que en la distribución de aire de un sistema HVAC un 80% lo conforman tramos rectos, por tanto, la línea de producción, según el proyecto, deben tener medidas de longitud estándares, de esta manera se garantiza que la producción de los elementos se haga eficientemente.

Las herramientas requeridas son semi-automáticas con posibilidades de ampliación (automatización total) de todo el proceso, en la figura siguiente se muestra el sub-proceso productivo.



Figura 50 . Estaciones de trabajo para Ductos Rectos. – Línea de producción 1.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Línea de Producción 2:

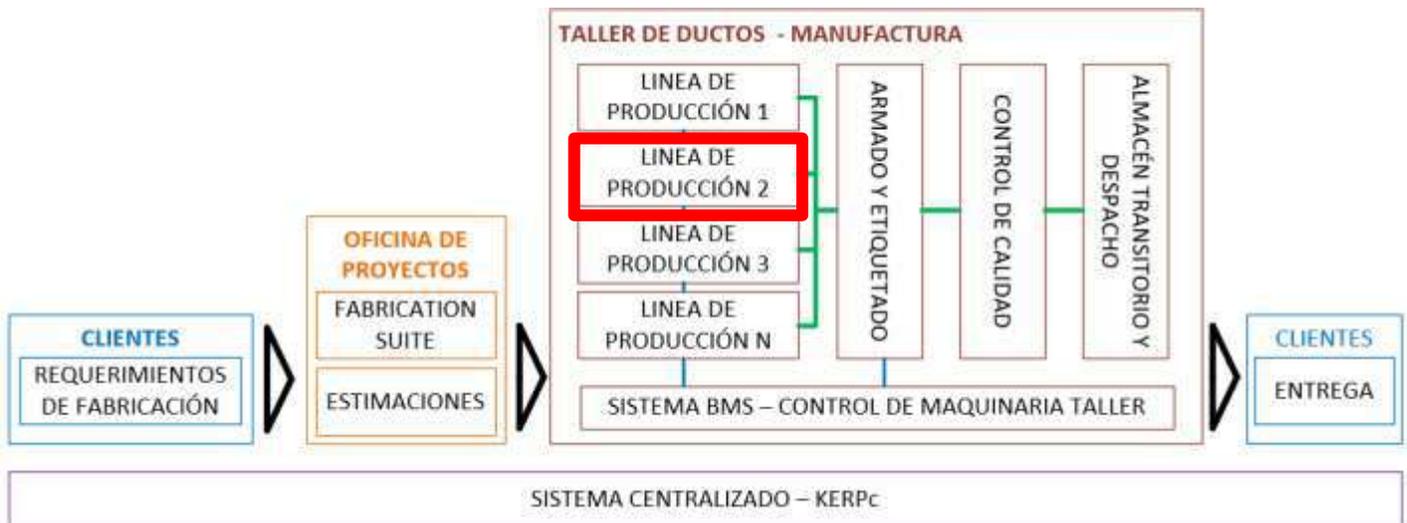


Figura 51 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 2.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Esta atiende a la fabricación del 20% restante de los sistemas de distribución de aire HVAC, Fittings o Piezas, entre ellas se encuentran, derivaciones, transformaciones, codos, curvas, Doble-curvas (S), Take-off, etc. Al ser de diversas formas, la producción

en serie no es aplicable, por tanto, se hace uso de Nestings, que se transforman en cortes de láminas.

De manera similar a la línea de producción 1, las herramientas son semi-automáticas con posibilidades de ampliación, pero sin la automatización total, en la figura siguiente se muestra el sub-proceso productivo.

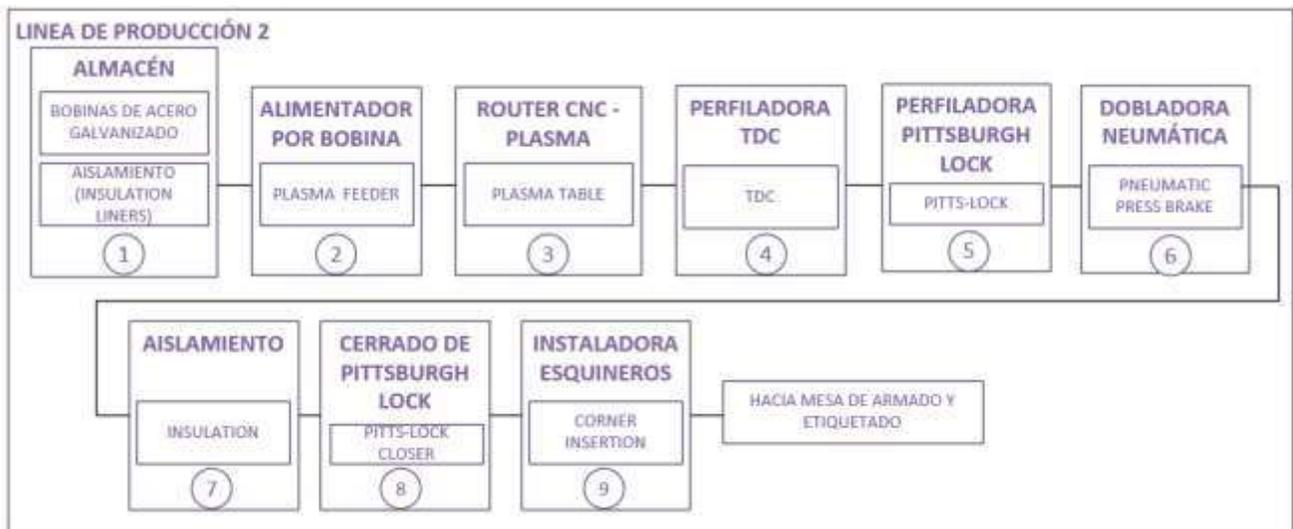


Figura 52 . Estaciones de trabajo para Fittings. – Línea de producción 2.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Línea de producción 3:

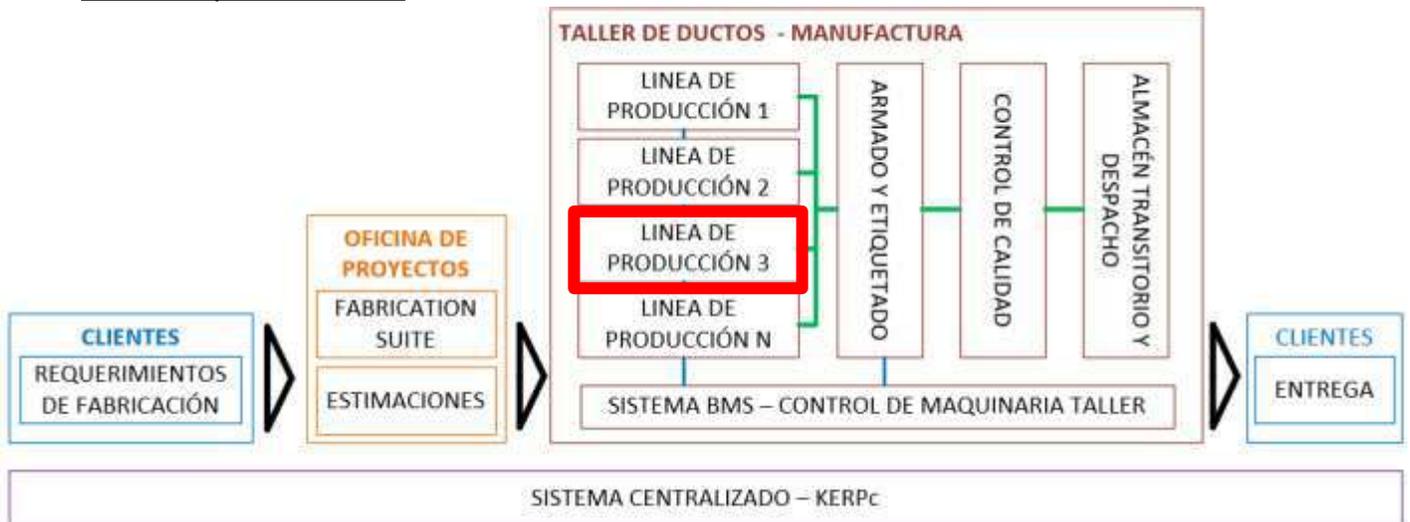


Figura 53 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción 3.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Corresponde a la fabricación de soportes, en este se realizarán cortes de perfiles y de barras roscadas, existirán racks de almacenamiento para perfiles precortados, de manera que cuando se realice la orden de fabricación se tenga de manera expedita el material requerido.

Línea de producción N:



Figura 54 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Línea de producción N.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Estas líneas de producción se encuentran previstas para la expansión del negocio, como nuevas maquinarias para ductería circulares, prefabricación de Skids de Tuberías en taller, prefabricación de tuberías ranuradas (Grooved Joints), fabricación de ductos en Slips & Joints, entre otros. Cabe acotar que debe realizarse nuevos estudios de mercado, de factibilidad técnica y financiera verificando que sea rentable la diversificación de productos.

Armado y Etiquetado:

Consta de mesas de trabajo de hierro resistentes a golpes y movimientos bruscos de ductos sobre ella, aquí se realizarán posibles ajustes de terminación y el pegado de etiquetas identificadoras, estas poseerán un código QR para monitorear el ciclo de vida del producto en caso de problemas futuros. Un modelo de estas etiquetas es mostrado

en la Figura 56 dependiendo de la naturaleza del patrón, ya sea ducto recto, fittings o soportes.

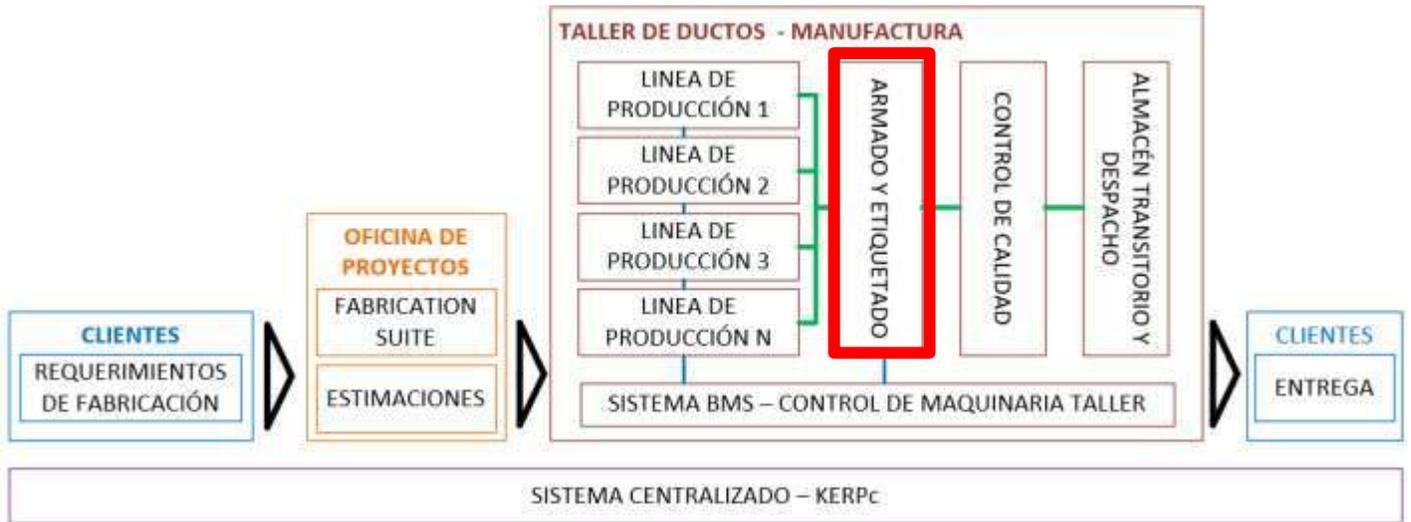


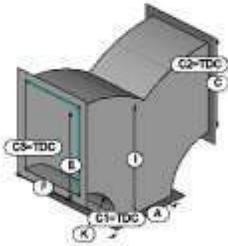
Figura 55 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Armado y Etiquetado.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).



OF-2530





Mariposa TDC
Item No: 1

Medidas (pulg)

| | |
|---------|---------|
| A=12.00 | M=90.00 |
| B=12.00 | N=0.00 |
| C=16.00 | O=0.00 |
| D=12.00 | P=0.00 |
| E=16.00 | Q=0.00 |
| F=12.00 | |
| G=0.00 | |
| H=0.00 | |
| I=Auto | |
| J=8.00 | |
| K=8.00 | |
| L=90.00 | |

Figura 56 . Etiqueta de Pieza de Fabricación.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

Las etiquetas es la parte fundamental para la verificación en campo, armado, destino, logística de despacho, entre otras características a monitorear, estas deben tener una calidad de impresión aceptable, y que la resolución pueda ser leída por la cámara de un móvil celular.

Control de Calidad:

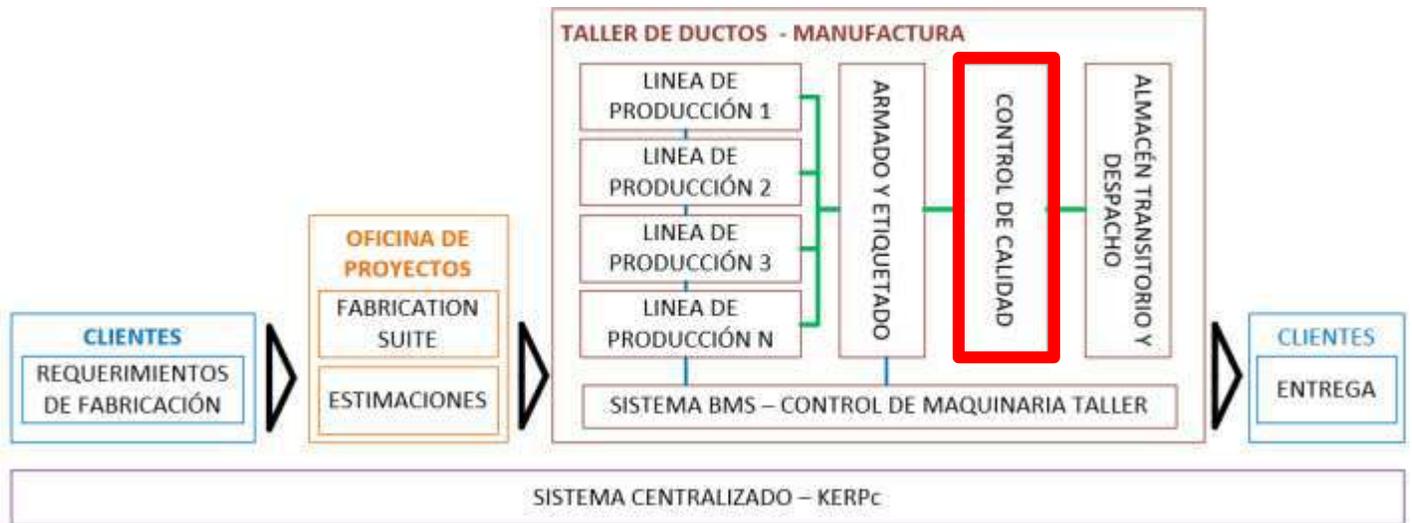


Figura 57 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Control de Calidad.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

El control de calidad es una de las etapas claves para garantizar la satisfacción de los clientes, el papel fundamental del revisor es documentar las no conformidades del producto, en cada una de las Ordenes de Fabricación se debe tomar como muestra un porcentaje determinado de las piezas totales. En estas se deben verificar parámetros como:

- Acabados de la fabricación.
- Verificación de medidas.
- Congruencia de piezas y reportes.
- Aseguramiento de empaquetado de piezas auxiliares.
- Alineación de criterios con normas SMACNA.

Almacén Transitorio y Despacho:

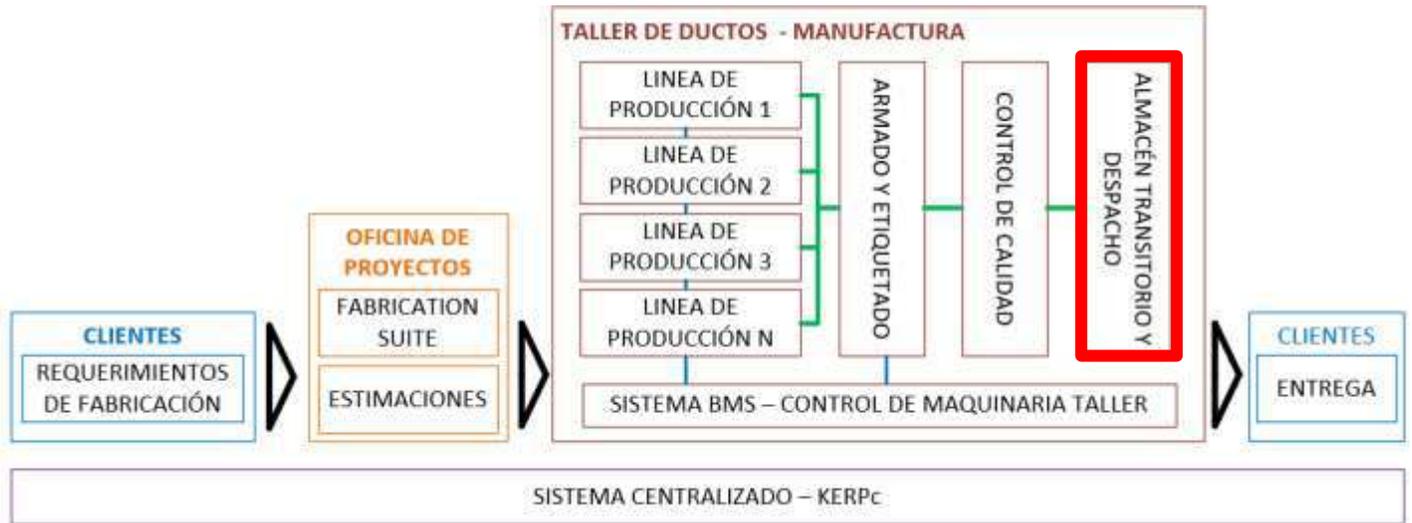


Figura 58 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Almacén Transitorio y Despacho.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

Este debe ser un espacio destinado para la ubicación de ductería lista para el despacho, las piezas deben estar protegidas contra polvo mediante cubrimientos de plástico, de esta manera se garantiza que las piezas mantengan su limpieza.

Existirán carros metálicos móviles para el almacenamiento y se haga de manera fácil la carga de las piezas en el transporte.

Sistema BMS – Control de Maquinaria Taller:

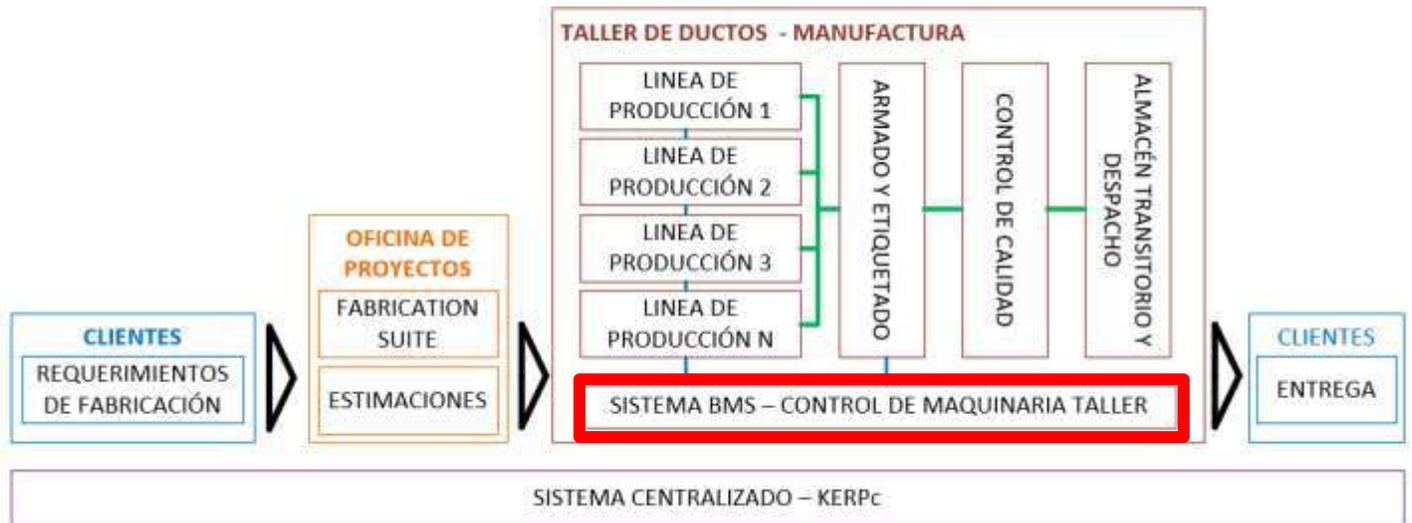


Figura 59 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Sistema BMS.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

El sistema BMS del taller tendrá la función de controlar y monitorear el equipamiento instalado, mediante un mando centralizado el supervisor de la planta podrá activar y desactivar la maquinaria de taller, contabilizará las horas de funcionamiento y el estatus de cada una de ellas. En la siguiente figura se muestra el diagrama de conexionado de control entre base de datos, maquinarias, estaciones de trabajos, y dispositivos móviles.

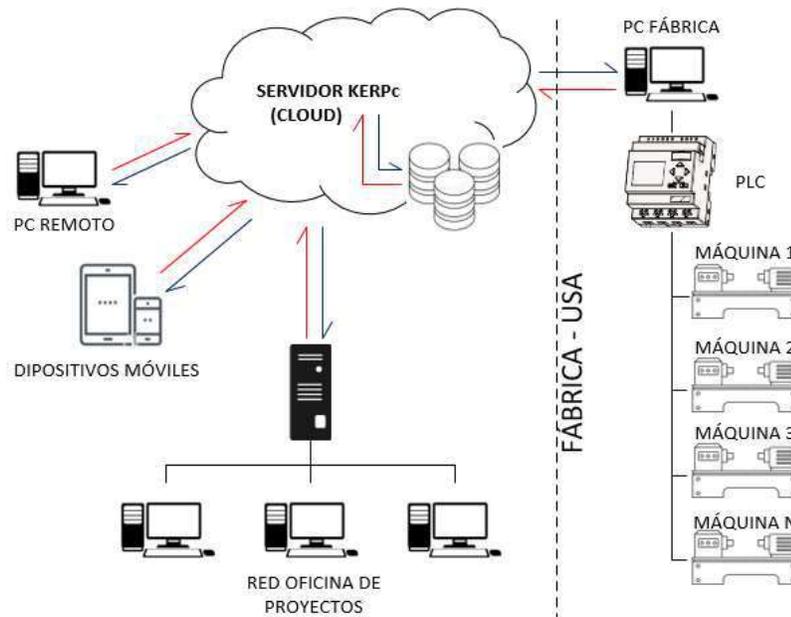


Figura 60 . Sistema BMS para monitoreo y Control.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

Cientes

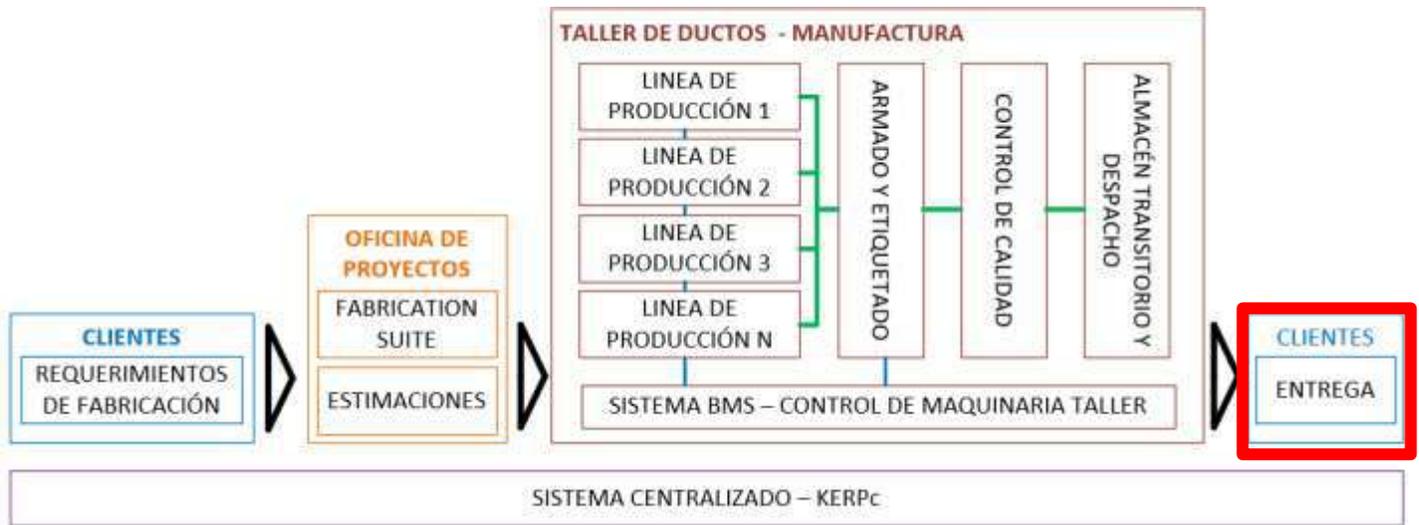


Figura 61 . Macroproceso de la Fábrica de ductos – Clientes.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

Para cerrar el Macroproceso se le hace entrega de los productos de fabricación a los clientes, conjuntamente con una serie de documentos de apoyo, con planos de armado de ductería, lista de piezas con medidas, pesos y características generales.

Evaluación de Alternativas

Para la evaluación de alternativas se considerarán las líneas de producción 1 y 2 siendo las unidades internas críticas para la fabricación de ductos. Se tomarán en cuenta las estaciones de trabajo indicadas en las Figuras 50 y 52. Se desarrollarán tres escenarios de producción, el primero con trabajo 100% artesanal, el segundo con un nivel de automatización medio y el tercero con un nivel de automatización alta, las maquinarias propuestas son de marcas ACL Machine Inc, Mestek Machinery, Vicon Machinery, Flager. En la siguiente tabla, se muestran las estaciones de trabajo asociadas, estas como punto de partida para la selección de la maquinaria. Seguidamente, en la sección de Equipamiento de Taller se encuentran las opciones comerciales para todas las estaciones de trabajo.

Tabla 8. Estaciones de Fabricación.

| Estación de Trabajo | Línea de Producción 1 | Línea de Producción 2 |
|---------------------|--|--|
| 1 | Almacén | Almacén |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | Alimentador por bobina (Plasma Feeder) |
| 3 | Enderezador | Router CNC – Plasma |
| 4 | Reforzadora | Perfilado TDC |
| 5 | Muesca | Perfilado Pittsburgh Lock (Curvo) |
| 6 | Cizalla | Dobladora Neumática |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | Aislamiento |
| 8 | Perfilado TDC | Cerrado de Pittsburgh Lock |

| | | |
|----|----------------------------|--------------------------|
| 9 | Dobladora Neumática | Colocación de Esquíneros |
| 10 | Aislamiento | - |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | - |
| 12 | Colocación de Esquíneros | - |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Equipamiento de Taller

| Tipo de Equipo | | Cizalla | Estación de Trabajo | | Línea de Producción 1 - Estación 6 | |
|------------------|---|---------------------------------------|---------------------|--------------|------------------------------------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| ACL MACHINE INC. | Motor Drive Shearer Model # Q-11 4 x 2500 | Largo: 3 m Ancho: 1.2m Alto: -" | 600 KG | 220 V / 3 PH | 5HP |  |

Figura 62 . Cizalla

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Perfiladora Pittsburgh Lock (Curvo) | Estación de Trabajo | | Línea de Producción 2 - Estación 5 | |
|---------------------|--|---|---------------------|--------------|------------------------------------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Auto-Guided Flanger | Largo: 24" Ancho: 24" Alto: 34 1/4" | 225 Lb | 115/1PH/60Hz | 3/4HP |  |
| ACL MACHINE INC. | ACL Pittsburgh Lock Machine Model: # LC - 12 MR (R-15) No. 1510304 | Largo: 610mm Ancho: 630mm Alto: 920mm | 115 Kg | 115/1PH/60Hz | 1,1 Kw |  |

Figura 63 . Perfiladora Pittsburgh Lock (curvo)

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Ductos Rectos Máquinas Automáticas Estación de Trabajo - Full Line | | | | Línea de Producción 1 - Estación 2 al 10 |
|-----------------------|---------------------------------|---|-------------|----------------|----------------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Engel - Compact II Full Coiline | Largo: 828" Ancho: 317" Alto: -" | 2500 KG | 220 V / 3PH | 80 A |  |
| Vicon Machinery | Full Coil Line | Largo: 786" Ancho: 300" Alto: -" | 2600 KG | 220 V / 3PH | 85 A |  |
| ACL MACHINE INC. | AutoLine V | Largo: 1062" Ancho: 165" Alto: -" | 2300 KG | 220 V / 3PH | 90 A |  |

Figura 64 . Máquinas Ductos Rectos Automáticas (Full Line)

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Estación de Trabajo | | | | Línea de Producción 1 - Estación 2 al 6 |
|---------------------|------------------------------------|--|--------|------------|---------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Engel - Compact II Starter Coiline | Largo: 426" Ancho: 82" Alto: -" | 850 KG | 220 V /3PH | 45 A |  |
| Vicon Machinery | Duct Line Express Model: V60 16N | Largo: 362" Ancho: 98" Alto: -" | 990 KG | 220 V /3PH | 47 A |  |
| ACL MACHINE INC. | Autoline III | Largo: 400" Ancho: 100" Alto: -" | 800 KG | 220 V /3PH | 43 A |  |

Figura 65 . Máquina Ductos Rectos Automáticas (Starters)

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Perfiladora Pittsburgh Lock (recto) Estación de Trabajo | | | | Línea de Producción 1 - Estación 7 |
|---------------------|--|---|--------|------------------|---------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Pittsburgh Lock Machine (Model 14) | Largo: 58,5" Ancho: 24" Alto: 41" | 750 Lb | 230/460-3PH-60Hz | 5HP |  |
| Vicon Machinery | V8 Pittsburgh Rollformer Model: V8-P18 | Largo: 65" Ancho: 30" Alto: 42" | 800 Lb | 230/460-3PH-60Hz | 5HP |  |
| ACL MACHINE INC. | ACL Pittsburgh Lock Machine Model: # LC - 12 V No. 1512073 | Largo: 1650mm Ancho: 680mm Alto: 1160mm | 420 Kg | 230/460-3PH-60Hz | 4Kw |  |

Figura 66 . Perfiladora Pittsburgh Lock (recto)

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Perfiladora TDC T-25a | | | Estación de Trabajo | Línea de Producción 1 - Estación 8 / Línea de Producción 2 - Estación 4 |
|---------------------|---|---|----------|------------------|---------------------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | TDC V | Largo: 137" Ancho: 38" Alto: 48" Pass Line: 33" | 2,800 lb | 230-460/3PH/60HZ | 7,5HP |  |
| Vicon Machinery | TDX-II 12 Station Rollformer | Largo: 140" Ancho: 50" Alto: 48" | 3,000 lb | 230-460/3PH/60HZ | Motor 5HP |  |
| Flager | Duct Flange - DFI (12 Station) | Largo: 128" Ancho: 32" Alto: 40" (Shipping Dimensions) | 3,500 lb | 230-460/3PH/60HZ | Motor 7-1/2HP |  |
| ACL MACHINE INC. | TDF Trans-Verse Flage Manufacture System "T-12" | Largo: 2,8m Ancho: 0,6m Alto: 1,12m | 1500 Kg | 230-460/3PH/60HZ | Motor 3Kw |  |

Figura 67 . Perfiladora TDC
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Dobladora Automática | | Estación de Trabajo | | Línea de Producción 1 - Estación 10 |
|---------------------|---------------------------|---|---------|------------------------|-------------------------------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Pneuma-Wrap Brake | Largo: 58 1/2" Ancho: 24" Alto: 41" | 3500 Lb | 230-460 / 3 PH / 60 Hz | (Aire) 11 CFM @ 100 PSI |  |
| Mestek - Lockformer | TDC Wrap Brake 2000 | Largo: 99" Ancho: 32" Alto: 48" | 3300 Lb | 230-460 / 3 PH / 60 Hz | 5 HP |  |
| Vicon Machinery | Duct Brake Model: V-TDX-B | Largo: 120" Ancho: 32" Alto: 52" | 3500 Lb | 115 / 1 PH / 60 Hz | (Aire) 5 CFM @ 80 PSI |  |

Figura 68 . Dobladora Automática

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Pittsburgh Closer Estación de Trabajo | | | | Línea de Producción 1 - Estación 11 / Línea de Producción 2 - Estación 8 |
|---------------------|--|---|---------|---|---------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Whisper-loc Model: FAH 3456-H | Largo: 96" Ancho: 35" Alto: 32 - 1/2" | 2400 Lb | 220 / 1PH / 60 Hz | 2 HP |  |
| Mestek - Lockformer | Whisper-loc-Pro XV1 Model: FAH 1672-VP | Largo: 35" Ancho: 32-1/2" Alto: 96" | 1550 Lb | 220 / 1PH / 60 Hz | 3 HP |  |
| Vicon Machinery | Pittsburgh Seam Closer Model: V-PSC-V516 | Largo:42 " Ancho: 40" Alto: 98" | 1800 Lb | 220 / 1 PH / 60 Hz o 220 / 3 PH / 60Hz | 3 HP |  |
| ACL MACHINE INC. | Fasteningg Seam Lockers: TruTool F 301 | - | 5,2 Kg | - | - |  |

Figura 69 . Pittsburgh Closer
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Estación de Trabajo | | Línea de Producción 1 - Estación 12 / Línea de Producción 2 - Estación 9 | | |
|---------------------|---|---------------------------------------|--------|--|-----------------|--|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Cornermatic Plus | Largo: 32" Ancho: 36" Alto: 34" | 600 Lb | 110 / 1 PH / 60Hz | 2,3 FLA |  |
| Vicon Machinery | Single Head Corner Insertion Machine. Model: V-SH-CIM | Largo: 34" Ancho: 38" Alto: 36" | 700 Lb | 110 / 1 PH / 60Hz | 2 HP 100 PSI |  |

Figura 70 . Instaladora de Esquineros

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Feeder Plasma Table | | Estación de Trabajo | | Línea de Producción 2 - Estación 2 |
|---------------------|------------------|--|---------|-----------------------|---------|--|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Plasma Coil Feed | Largo: 160" Ancho: 77" Alto: 26,8" | 3900 Lb | 230-460 / 3 PH / 60Hz | 5 HP |  |
| Vicon Machinery | Plasma Feeder | Largo: 214" Ancho: 98" Alto: -" | 4200 Lb | 230-460 / 3 PH / 60Hz | 5 HP |  |

Figura 71 . Alimentadores de Plasma

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

| Tipo de Equipo | | Plasma Table | Estación de Trabajo | | | Línea de Producción 2 - Estación 3 |
|---------------------|-------------------------------------|--|---------------------|---------------------|---------|---|
| Fabricante | Modelo | Dimensiones | Peso | Voltaje | Consumo | Foto / Imagen Referencial |
| Mestek - Lockformer | Vulcanplus Cutting System 10' | Largo: 164" Ancho: 81" Alto: 58" | 2700 Lb | 220 V / 3 PH / 60Hz | 60 A |  |
| Vicon Machinery | HVAC 510 Plasma Cutting Table | Largo: 144" Ancho: 90" Alto: 35" | 3200 Lb | 220 V / 3 PH / 60Hz | 62 A |  |
| ACL MACHINE INC. | Plasma Cutting Table Model ACL-3100 | Largo: 4660mm Ancho: 1900mm Alto: 1500mm | 1450 Kg | 220 V / 3 PH / 60Hz | 70 A |  |

Figura 72 . Router CNC - Plasma
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018).

Opción técnica N°1 – Labor Artesanal

Consideraciones

- Método de fabricación tradicional.
- Maquinaria de conformación por rodillos.
- Dobladoras neumáticas.
- Cillaza para corte de láminas.
- Materia prima manejada por laminas (no es aplicable bobinas de acero galvanizado).
- Uso de herramientas comunes como: Destornilladores, Martillos, Taladros, Tijeras para chapa metálica.
- Producción diaria requerida de **4400Lb (2200Kg)** (Según datos de entrada para el estudio de mercado “704 Ingeniería USA, Industry, Market and Projections Report”).)
- Se requiere una fuerza laboral conformado por 13 operadores y 2 maestros ducteros (foreman) para garantizar la calidad.
- Selección de equipos y herramientas, para la línea de producción 1 (ductos Rectos) en tabla 9, seguidamente de la línea de producción 2 (Piezas – Fittings) en la tabla 10.

Tabla 9. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 1.

| Selección de Equipos para línea de Producción 1. | | |
|---|--------------------|---|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | Rack con tubos de acero estructurales para láminas galvanizadas clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24). (hasta 4 niveles) con una capacidad de hasta 22.000kg equivalentes a |

| | | |
|---|---|--|
| | | 1500 láminas aproximadamente. Dimensiones aproximadas: Largo: 3.5 m Ancho: 2.5 m Alto: 2.5 m Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una producción de 10 días. |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | No aplica, formato de materia prima en láminas, se requiere mesas de trabajo para trazado manual. Dimensiones aproximadas: Largo: 4.0 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 3 | Enderezador | |
| 4 | Reforzadora | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (Ver figura 68) para realizar la punta de diamante. |
| 5 | Muesca | Tijera para chapa metálica |
| 6 | Cizalla | Motor Drive Shearer Model # Q-11 4 x 2500 – ACL Machine (Ver figura 62) |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | Pittsburgh Lock Machine (Model 14) – Mestek – Lockformer (Ver figura 66). |
| 8 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (Ver figura 67) |
| 9 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – |

| | | |
|----|----------------------------|---|
| | | Lockformer (Ver figura 68) |
| 10 | Aislamiento | Mesas para colocación de Aislamiento construidas en perfiles de acero, robustas y resistentes a golpes. Dimensiones aproximadas: Largo: 6.1 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Martillo |
| 12 | Colocación de Esquineros | Martillo |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 10. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 1.

| Selección de Equipos para línea de Producción 2. | | |
|---|--------------------|---|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | Rack con tubos de acero estructurales para láminas galvanizadas clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24). (hasta 4 niveles) con una capacidad de hasta 22.000kg equivalentes a 1500 láminas aproximadamente. Dimensiones aproximadas: Largo: 3.5 m Ancho: 2.5 m Alto: 2.5 m Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una |

| | | |
|---|---|---|
| | | producción de 10 días. |
| 2 | Alimentador por Bobina (Plasma Feeder) | No aplica, formato de materia prima en láminas, se requiere mesas de trabajo para trazado manual. Dimensiones aproximadas: Largo: 8.0 m Ancho: 4.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 3 | Router CNC – Plasma | |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (Ver figura 67) |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer (Ver Figura 63) |
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (Ver figura 68) |
| 7 | Aislamiento | Mesas para colocación de Aislamiento construidas en perfiles de acero, robustas y resistentes a golpes. Dimensiones aproximadas: Largo: 6.1 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Martillo |
| 9 | Colocación de Esquineros | Martillo |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Layout de Planta

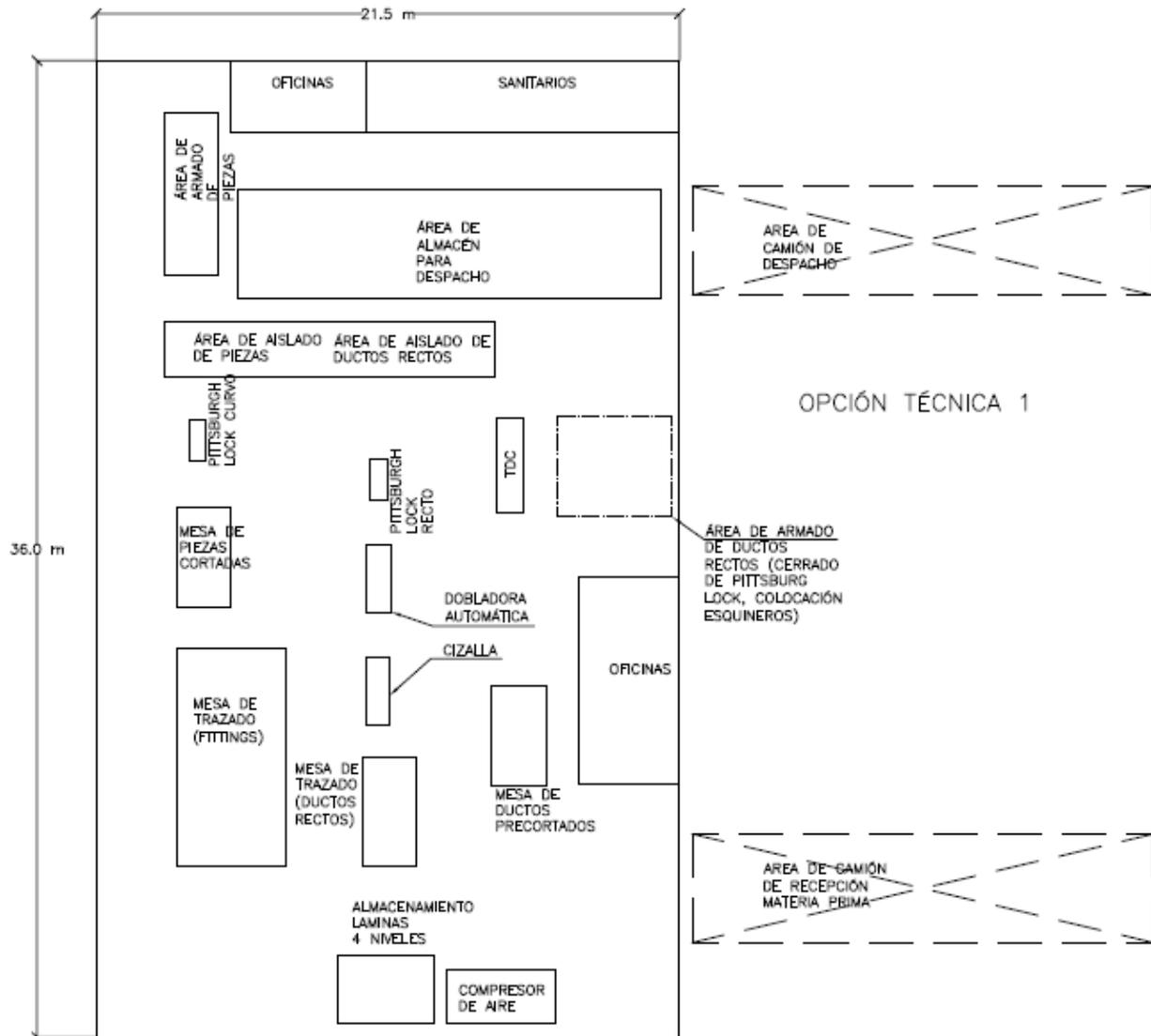


Figura 73 . Layout de planta – Opción Técnica 1.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2008).

Inversión Inicial

Tabla 11. Inversión inicial para Opción técnica 1.

| OPCIÓN TÉCNICA N°1 | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------|-----------------------|--------------------|
| Línea de Producción 1 | | | | | |
| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cant. | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones: Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 2,5 m | 1 | \$ 2.500,00 | \$ 2.500,00 |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | No aplica | 0 | \$ - | \$ - |
| 3 | Enderezador | No aplica | 0 | \$ - | \$ - |
| 4 | Reforzadora | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 19.895,00 | \$ 19.895,00 |
| 5 | Muesca | Tijera para Chapa Metálica | 6 | \$ 50,00 | \$ 300,00 |
| 6 | Cizalla | Motor Drive Shearer Model # Q-11 4 x 2500 – ACL Machine | 1 | \$ 9.950,00 | \$ 9.950,00 |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | Pittsburgh Lock Machine (Model 14) – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 15.560,00 | \$ 15.560,00 |
| 8 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 27.590,00 | \$ 27.590,00 |
| 9 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 10 | Aislamiento | Mesa construida en perfiles de acero Dimensiones: Largo: 6,1m Ancho: 2,0m Alto: 0,95 m | 1 | \$ 3.500,00 | \$ 3.500,00 |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Martillos | 4 | \$ 30,00 | \$ 120,00 |
| 12 | Colocación de Esquineros | | | | |

| Línea de Producción 2 | | | | | |
|-----------------------|--|--|----------|----------------|--------------------|
| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones:Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 2,5 m (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 2 | Alimentador por bobina (Plasma Feeder) | No aplica | 0 | \$ - | \$ - |
| 3 | Router CNC – Plasma | No aplica | 0 | \$ - | \$ - |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (*) | 1 | | \$ - |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (Curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 5.610,00 | \$ 5.610,00 |
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 7 | Aislamiento | Mesa construida en perfiles de acero Dimensiones: Largo: 6,1m Ancho: 2,0m Alto: 0,95 m (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Martillos | 2 | \$ 30,00 | \$ 60,00 |
| 9 | Colocación de Esquineros | | | | |
| TOTAL | | | | | \$85.085,00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

(*) Este Equipamiento son de uso simultáneo entre las líneas de producción

Tabla 12. Costo de labor para Opción técnica 1.

| Costo de labor (Mano de Obra) Opción Técnica N°1 | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Cargo | Cantidad | Costo por Hora | Costo Diario | Costo mensual |
| Ayudante | 3 | \$ 40,00 | \$ 960,00 | \$ 19.200,00 |
| Ducteros | 10 | \$ 45,00 | \$ 3.600,00 | \$ 72.000,00 |
| Foreman | 2 | \$ 55,00 | \$ 880,00 | \$17.600,00 |
| TOTAL | | | | \$ 108.800,00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Suponiendo un tiempo de vida de todo el equipamiento de 5 años (250 días laborables) se puede estimar un costo de depreciación de esta opción de **\$ 340.34** diarios.

Opción técnica N°2 – Nivel de Automatización Medio.

Consideraciones

- Método de fabricación semi-automático.
- Se prescinde de herramientas manuales como tijeras de latonero y martillos (solo en caso de ajustes).
- Materia prima manejada por bobinas (para línea de producción 1) y en láminas (para línea de producción 2).
- Producción diaria requerida de **4400Lb (2200Kg)** (Según datos de entrada para el estudio de mercado “704 Ingeniería USA, Industry, Market and Projections Report”).)
- Se requiere una fuerza laboral conformado por 7 operadores y 1 maestro ductero (foreman) para garantizar la calidad.
- Selección de equipos y herramientas, para la línea de producción 1 (ductos rectos) en tabla 13, seguidamente de la línea de producción 2 (Piezas – Fittings) en la tabla 14.

Tabla 13. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 2.

| Selección de Equipos para línea de Producción 1. | | |
|---|--------------------|---|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | <p>Rack con tubos de acero estructurales para láminas galvanizadas clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24). (hasta 4 niveles) con una capacidad de hasta 4400 kg equivalentes a 300 láminas aproximadamente.</p> <p>Dimensiones aproximadas: Largo: 3.5 m Ancho: 2.5 m Alto: 1.5 m</p> <p>Espacio libre para la ubicación de bobinas de acero galvanizado clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24), con una capacidad de hasta 17600 kg equivalentes a 7 bobinas aproximadamente.</p> <p>Dimensiones aproximadas: Largo: 9.0 m Ancho: 2.0 m</p> <p>Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una producción de 10 días.</p> <p>Debe existir un montacargas de 3500 kg para el manejo de las bobinas, se estima un peso de</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | bobina de hasta 2500kg. |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | Engel – Compact II Starter Coiline (Ver figura 65) |
| 3 | Enderezador | |
| 4 | Reforzadora | |
| 5 | Muesca | |
| 6 | Cizalla | |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | Pittsburgh Lock Machine (Model 14) – Mestek – Lockformer (Ver figura 66). |
| 8 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (Ver figura 67) |
| 9 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (Ver figura 68) |
| 10 | Aislamiento | Mesas para colocación de Aislamiento construidas en perfiles de acero, robustas y resistentes a golpes. Dimensiones aproximadas: Largo: 6.1 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Whisper-loc-Pro XV1 Model: FAH 1672-VP – Mestek – Lockformer (Ver Figura 69) |
| 12 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 70) |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 14. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 2.

| Selección de Equipos para línea de Producción 2. | | |
|---|--------------------|---|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | <p>Rack con tubos de acero estructurales para láminas galvanizadas clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24). (hasta 4 niveles) con una capacidad de hasta 4400 kg equivalentes a 300 láminas aproximadamente.</p> <p>Dimensiones aproximadas: Largo: 3.5 m Ancho: 2.5 m Alto: 1.5 m</p> <p>Espacio libre para la ubicación de bobinas de acero galvanizado clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24), con una capacidad de hasta 17600 kg equivalentes a 7 bobinas aproximadamente.</p> <p>Dimensiones aproximadas: Largo: 9.0 m Ancho: 3.5 m</p> <p>Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una producción de 10 días.</p> <p>Debe existir un montacargas de 3500 kg para el manejo de las bobinas, se estima un peso de</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | bobina de hasta 2500kg. |
| 2 | Alimentador por Bobina (Plasma Feeder) | No aplica, línea de producción alimentada por laminas. |
| 3 | Router CNC – Plasma | Vulcanplus Cutting System 10' – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 72) |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (Ver figura 67) |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer (Ver Figura 63) |
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (Ver figura 68) |
| 7 | Aislamiento | Mesas para colocación de Aislamiento construidas en perfiles de acero, robustas y resistentes a golpes. Dimensiones aproximadas: Largo: 6.1 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Fastening Seam Locker: TruTool F301 – ACL Machine Inc. (Ver Figura 69) |
| 9 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 70) |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Layout de Planta

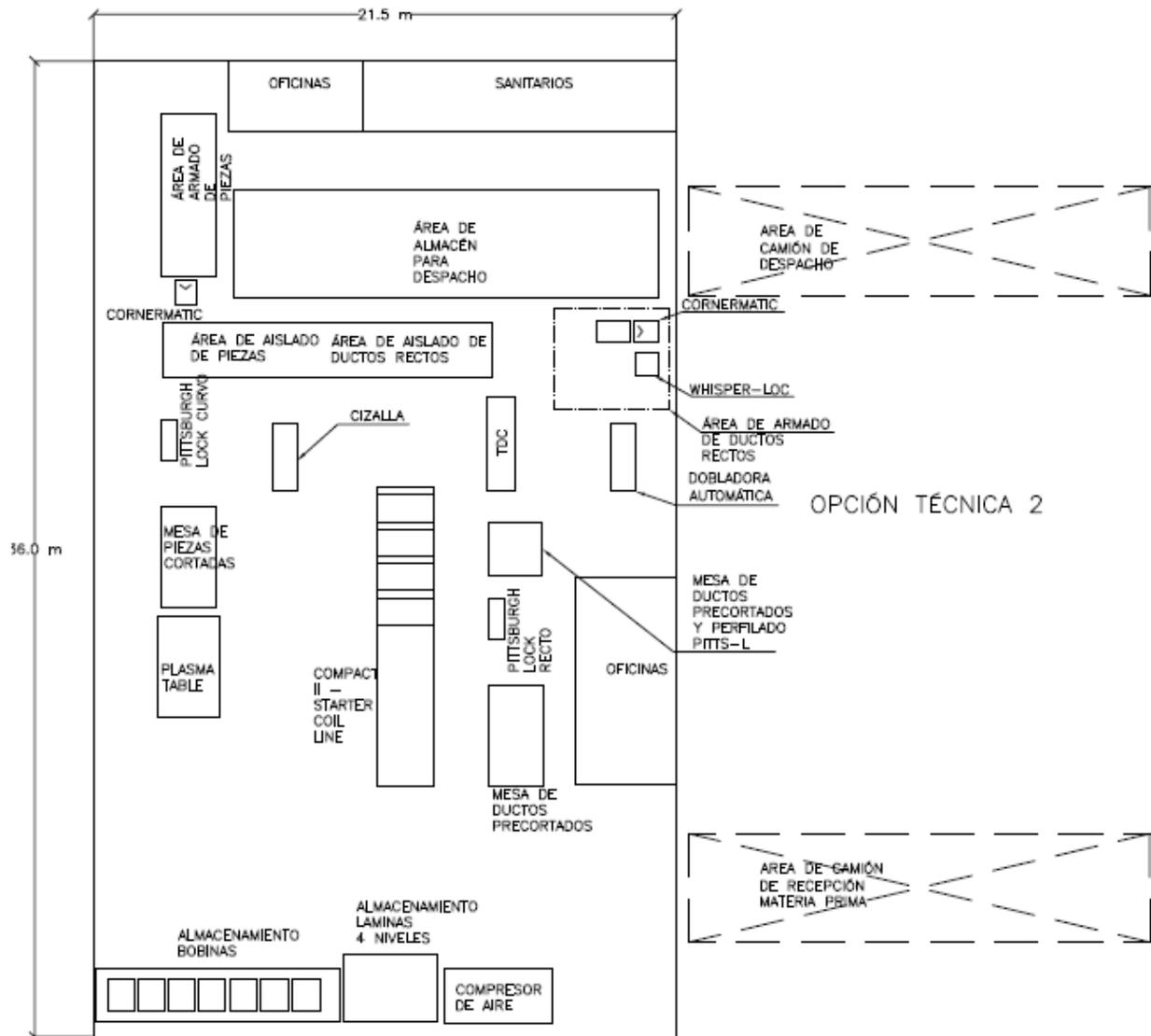


Figura 74 . Layout de planta – Opción Técnica 2.

Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2008).

Inversión Inicial

Tabla 15. Inversión inicial para Opción técnica 2.

| OPCIÓN TÉCNICA N°2 | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------|-----------------------|--------------------|
| Línea de Producción 1 | | | | | |
| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cant. | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones:Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 1,5 m | 1 | \$ 2.400,00 | \$ 2.400,00 |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | Engel – Compact II Starter Coiline | 1 | \$ 199.730,00 | \$ 199.730,00 |
| 3 | Enderezador | | | | |
| 4 | Reforzadora | | | | |
| 5 | Muesca | | | | |
| 6 | Cizalla | | | | |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | Pittsburgh Lock Machine (Model 14) – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 15.560,00 | \$ 15.560,00 |
| 8 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 27.590,00 | \$ 27.590,00 |
| 9 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 19.895,00 | \$ 19.895,00 |
| 10 | Aislamiento | Mesa construida en perfiles de acero Dimensiones: Largo: 6,1m Ancho: 2,0m Alto: 0,95 m | 1 | \$ 3.500,00 | \$ 3.500,00 |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Whisper-loc-Pro XV1 Model: FAH 1672-VP – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 33.210,00 | \$ 33.210,00 |
| 12 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 30.310,00 | \$ 30.310,00 |
| Línea de Producción 2 | | | | | |

| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|---------------------|--|--|----------|----------------|--------------|
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones:Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 2,5 m (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 2 | Alimentador por bobina (Plasma Feeder) | No aplica | 0 | \$ - | \$ - |
| 3 | Router CNC – Plasma | Vulcanplus Cutting System 10' – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 49.805,00 | \$ 49.805,00 |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (Curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 5.610,00 | \$ 5.610,00 |
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 7 | Aislamiento | Mesa construida en perfiles de acero Dimensiones: Largo: 6,1m Ancho: 2,0m Alto: 0,95 m (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Fastening Seam Locker: TruTool F301 – ACL Machine Inc | 2 | \$ 2.350,00 | \$ 4.700,00 |
| 9 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 30.310,00 | \$30.310,00 |

TOTAL \$ 422.620,00

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

(*) Este Equipamiento son de uso simultáneo entre las líneas de producción

Tabla 16. Costo de labor para Opción técnica 2.

| Costo de labor (Mano de Obra) Opción Técnica N°2 | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Cargo | Cantidad | Costo por Hora | Costo Diario | Costo mensual |
| Ayudante | 2 | \$ 40,00 | \$ 640,00 | \$ 12.800,00 |
| Ducteros | 5 | \$ 45,00 | \$ 1.800,00 | \$ 36.000,00 |
| Foreman | 1 | \$ 55,00 | \$ 440,00 | \$8.800,00 |
| | | | TOTAL | \$ 57.600,00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Suponiendo un tiempo de vida de todo el equipamiento de 5 años (250 días laborables) se puede estimar un costo de depreciación de esta opción de **\$ 1.690,48** diarios.

Opción técnica N°3 – Nivel de Automatización Alto.

Consideraciones

- Método de fabricación semi-automático.
- Se prescinde de herramientas manuales como tijeras de latonero y martillos (solo en caso de ajustes).
- Materia prima manejada por bobinas (para línea de producción 1) y en láminas (para línea de producción 2).
- Producción diaria requerida de **4400Lb (2200Kg)** (Según datos de entrada para el estudio de mercado “704 Ingeniería USA, Industry, Market and Projections Report”.)
- Se requiere una fuerza laboral conformado por 5 operadores y 1 maestro ductero (foreman) para garantizar la calidad.
- Selección de equipos y herramientas, para la línea de producción 1 (ductos rectos) en tabla 17, seguidamente de la línea de producción 2 (Piezas – Fittings) en la tabla 18.

Tabla 17. Selección de Equipos para Línea de Producción 1 – Opción técnica 3.

| Selección de Equipos para línea de Producción 1. | | |
|---|--------------------|---|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | Espacio libre para la ubicación de bobinas de acero galvanizado clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24), con una capacidad de hasta 22000 kg equivalentes a 9 bobinas aproximadamente. Dimensiones aproximadas: Largo: 11.0 m |

| | | |
|----|---|---|
| | | <p>Ancho: 3.5 m</p> <p>Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una producción de 10 días.</p> <p>Debe existir un montacargas de 3500 kg para el manejo de las bobinas, se estima un peso de bobina de hasta 2500kg.</p> |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | Engel – Compact II Full Coiline (Ver figura 64) |
| 3 | Enderezador | |
| 4 | Reforzadora | |
| 5 | Muesca | |
| 6 | Cizalla | |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | |
| 8 | Perfilado TDC | |
| 9 | Dobladora Neumática | |
| 10 | Aislamiento | |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Whisper-loc-Pro XV1 Model: FAH 1672-VP – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 69) |
| 12 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 70) |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 18. Selección de Equipos para Línea de Producción 2 – Opción técnica 3.

| Selección de Equipos para línea de Producción 2. | | |
|---|--|--|
| Estación de Trabajo | Descripción | Selección de Equipo. |
| 1 | Almacén | <p>Espacio libre para la ubicación de bobinas de acero galvanizado clasificadas por calibre (18, 20, 22, 24), con una capacidad de hasta 22000 kg equivalentes a 9 bobinas aproximadamente.</p> <p>Dimensiones aproximadas: Largo: 11 m Ancho: 3.5 m</p> <p>Se garantiza que se mantendrá suplida la fábrica para una producción de 10 días.</p> <p>Debe existir un montacargas de 3500 kg para el manejo de las bobinas, se estima un peso de bobina de hasta 2500kg.</p> |
| 2 | Alimentador por Bobina (Plasma Feeder) | Plasma Coil Feed – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 71) |
| 3 | Router CNC – Plasma | Vulcanplus Cutting System 10’ – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 72) |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer (Ver figura 67) |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer (Ver Figura 63) |

| | | |
|---|----------------------------|---|
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer (Ver figura 68) |
| 7 | Aislamiento | Mesas para colocación de Aislamiento construidas en perfiles de acero, robustas y resistentes a golpes. Dimensiones aproximadas: Largo: 6.1 m Ancho: 2.0 m Altura: 0.75 m a 0.95m |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Fastening Seam Locker: TruTool F301 – ACL Machine Inc. (Ver Figura 69) |
| 9 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. (Ver Figura 70) |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Layout de Planta

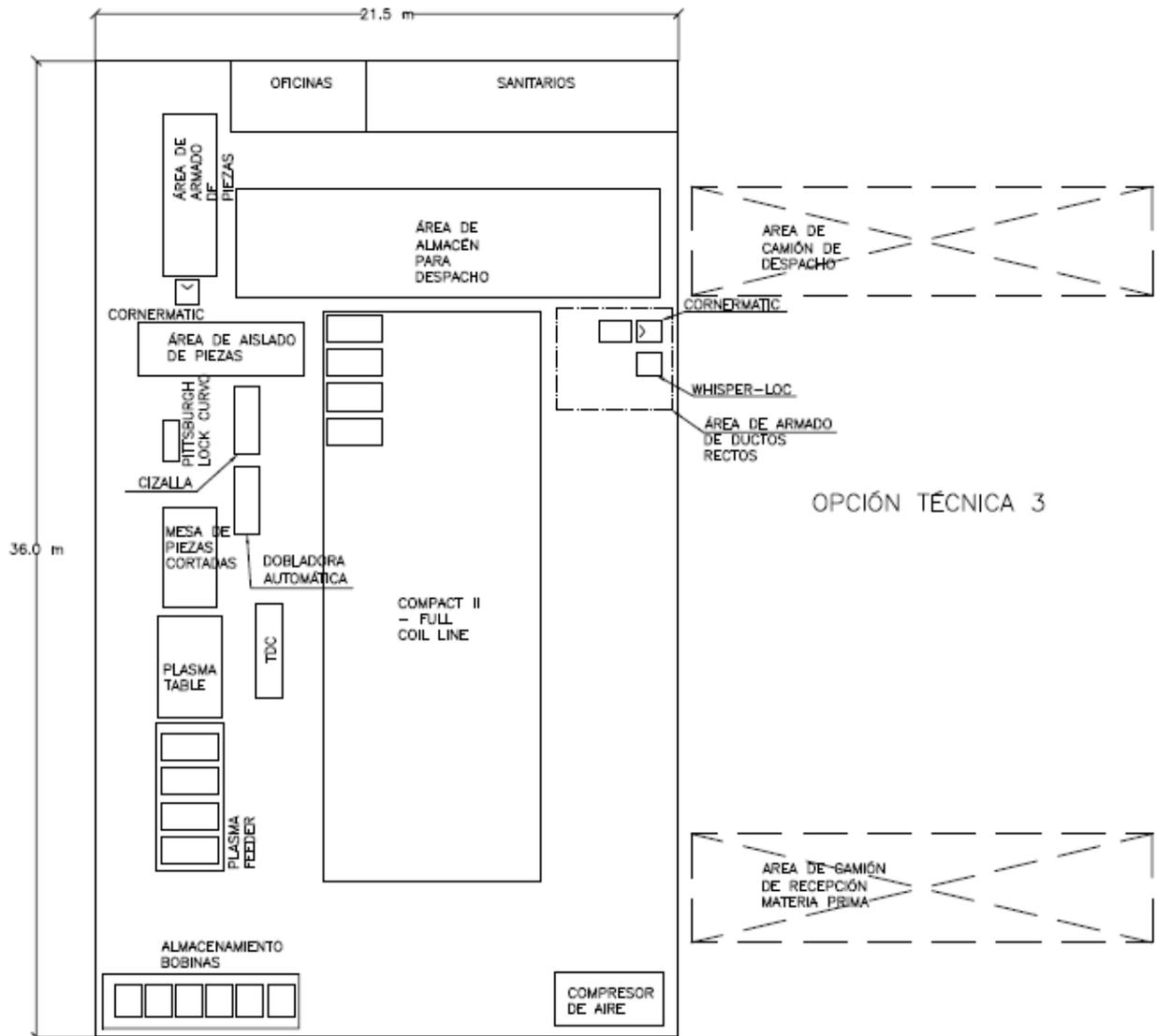


Figura 75 . Layout de planta – Opción Técnica 3.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2008).

Inversión Inicial

Tabla 19. Inversión inicial para Opción técnica 3.

| OPCIÓN TÉCNICA N°3 | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------|-----------------------|--------------------|
| Línea de Producción 1 | | | | | |
| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cant. | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones:Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 1,5 m | 1 | \$ 2.400,00 | \$ 2.400,00 |
| 2 | Alimentador por Bobina (Decoiler Feeder) | Engel – Compact II Full Coiline | 1 | \$ 53.770,00 | \$ 653.770,00 |
| 3 | Enderezador | | | | |
| 4 | Reforzadora | | | | |
| 5 | Muesca | | | | |
| 6 | Cizalla | | | | |
| 7 | Perfilado Pittsburgh Lock (Recto) | | | | |
| 8 | Perfilado TDC | | | | |
| 9 | Dobladora Neumática | | | | |
| 10 | Aislamiento | | | | |
| 11 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Whisper-loc-Pro XV1 Model: FAH 1672-VP – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 33.210,00 | \$ 33.210,00 |
| 12 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 30.310,00 | \$ 30.310,00 |

| Línea de Producción 2 | | | | | |
|-----------------------|--|--|----------|----------------|----------------------|
| Estación de Trabajo | | Equipo / Herramienta | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Almacén | Rack Tubos Acero Estructurales Dimensiones:Largo: 3,5m / Ancho: 2,5m Alto: 2,5 m (*) | 1 | \$ - | \$ - |
| 2 | Alimentador por bobina (Plasma Feeder) | Plasma Coil Feed – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 35.300,00 | \$ 35.300,00 |
| 3 | Router CNC – Plasma | Vulcanplus Cutting System 10' – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 49.805,00 | \$ 49.805,00 |
| 4 | Perfilado TDC | TDC V – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 27.590,00 | \$ 27.590,00 |
| 5 | Perfilado Pittsburgh Lock (Curvo) | Auto – Guided Flanger – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 5.610,00 | \$ 5.610,00 |
| 6 | Dobladora Neumática | Pneuma-Wrap Brake – Mestek – Lockformer | 1 | \$ 19.895,00 | \$ 19.895,00 |
| 7 | Aislamiento | Mesa construida en perfiles de acero Dimensiones: Largo: 6,1m Ancho: 2,0m Alto: 0,95 m (*) | 1 | \$ 3.500,00 | \$ 3.500,00 |
| 8 | Cerrado de Pittsburgh Lock | Fastenin Seam Locker: TruTool F301 – ACL Machine Inc | 2 | \$ 2.350,00 | \$ 4.700,00 |
| 9 | Colocación de Esquineros | Cornermatic Plus – Mestek – Lockformer. | 1 | \$ 30.310,00 | \$ 30.310,00 |
| TOTAL | | | | | \$ 896.400,00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

(*) Este Equipamiento son de uso simultáneo entre las líneas de producción

Tabla 20. Costo de labor para Opción técnica 3.

| Costo de labor (Mano de Obra) Opción Técnica N°2 | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Cargo | Cantidad | Costo por Hora | Costo Diario | Costo mensual |
| Ayudante | 3 | \$ 40,00 | \$ 960,00 | \$ 19.200,00 |
| Ducteros | 2 | \$ 45,00 | \$ 720,00 | \$ 14.400,00 |
| Foreman | 1 | \$ 55,00 | \$ 440,00 | \$8.800,00 |
| | | | TOTAL | \$ 42.400,00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Suponiendo un tiempo de vida de todo el equipamiento de 5 años (250 días laborables) se puede estimar un costo de depreciación de esta opción de **\$ 3.585,60** diarios.

Evaluar Sitio(s)

Para las operaciones de la fábrica de ductos de manera adecuada, se debe tomar en consideración los siguientes factores. Cabe acotar que estos son miramientos internos enfocados a la operación de la planta y la logística.

Tamaño de Taller.

Tal como se observó en el estudio de alternativas, se evidencia que el tamaño de la edificación no será mayor a 774 m²; 36m x 21.5 m. Con este se garantiza la ubicación de la maquinaria de manera ergonómica, y puede ajustarse el flujo de trabajo interno. Este tamaño debe ser ajustado según la locación final seleccionada.

Clima – Acondicionamiento de aire.

Para garantizar las operaciones a lo largo del año, el galpón debe poseer un sistema de acondicionamiento y ventilación adecuado, al estar ubicado en los Estados Unidos de América la climatización debe ajustarse según la época del año, las condiciones de temperatura, humedad y movimiento de aire debe estar cónsono con el estándar ASHRAE 55.1. *“Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”*

Acceso de Proveedores y Clientes.

La edificación debe estar ubicada cerca de alguna principal arteria vial, también, el estacionamiento, y la zona de carga y descarga deben ser del tamaño apropiado para que pueda maniobrar sin problemas los vehículos de carga estándar, sin importar su clasificación. Adicionalmente, debe poseer un estacionamiento para trabajadores, proveedores, clientes y visitantes.

Servicios Básicos

La planta debe tener a la mano todos los servicios disponibles como agua, drenajes, red telefónica, internet banda ancha, y electricidad, este último es crítico para el funcionamiento de la producción, en promedio cada estación de trabajo posee un elemento mecánico accionado por motores eléctricos de 5 hp a 10 hp.

De manera preliminar se estima un consumo de planta de 300 Amperios (tomando como referencia la opción técnica N°2.), el voltaje disponible debe ser de 208 – 220 V / 3 PH / 60 Hz.

Debe realizarse proyectos de ingeniería para distribución de aguas blancas, aguas negras, canalización de control y fuerza, arquitectura y todo aquel requerido para la adecuación de los espacios, estos ajustes pueden ser subcontratados antes de la puesta en marcha de planta.

Niveles de Ruido

La fábrica poseer procesos de conformación, y maquinaria, puede llegar a niveles de ruido entre 90 dB y 100 dB. Este factor debe considerarse para evitar futuros problemas con empresas vecinas. Evitando así posibles demandas.

Contaminación

La fábrica desechará retazos de lámina galvanizada, este debe deshacerse de manera adecuada mediante contratación de servicios de recolección de desechos sólidos. Así mismo, la fábrica tendrá un impacto ambiental debido a los gases remanentes del proceso de corte por plasma, estos deben ser descargados al exterior del recinto de manera adecuada ajustado a los requerimientos locales.

Selección de Alternativa

A continuación, se muestra un resumen con los resultados del análisis de las opciones, tal como se indicó anteriormente, se ha realizado el estudio para tres posibles opciones tecnológicas, la primera con una fuerza laboral alta aplicando la metodología tradicional de fabricación de ductos, la segunda, haciendo uso de un sistema automatizado de nivel medio, y la tercera, proyectando el uso de un sistema automatizado de vanguardia de alto nivel.

Tabla 21. Resultados de Análisis de Alternativas.

| Aspectos | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|-----------------------------|---|--|--|
| Nivel de Automatización | Bajo – Labor Artesanal. | Medio | Alto |
| Cantidad de Equipos. | 6 | 10 | 9 |
| Contacto con el Producto | L. Producción 1: 12 L. Producción 2: 7 | L. Producción 1: 6 L. Producción 2: 7 | L. Producción 1: 2 L. Producción 2: 5 |
| Cantidad de Operadores | 15 | 8 | 5 |
| Nivel de Especialización | Alto – Expertos | Medio – Bajo | Medio – Bajo |
| Aseguramiento de la Calidad | Poco Efectivo | Efectivo | Efectivo |
| Control de | Bajo | Alto (Monitoreo) | Alto (Monitoreo) |

| Producción | | Remoto) | Remoto) |
|----------------------------|--|---|---|
| Costo de Labor | \$ 108,800.00 / Mes \$ 5,440.00 / Día | \$ 57,600.00 / Mes \$ 2,880.00 / Día | \$ 42,400.00 / Mes \$ 2,120.00 / Día |
| Depreciación Maquinaria | \$ 340.00 / Día | \$ 1,690.48 / Día | \$ 3,585.60 / Día |
| Inversión Inicial | \$ 85,085.00 | \$ 422,620.00 | \$ 896,400.00 |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

El **nivel de automatización** entre las tres opciones es incremental, desde un nivel bajo hasta un nivel alto, esto debido a la inclusión respectivamente de elementos electrónicos (sensores, tarjetas de control) y computacionales, estos constantemente pueden emitir y recibir señales para el funcionamiento mediante instrucciones digitales, esto está asociado al **aseguramiento de la calidad y control de la producción**.

El **aseguramiento de la calidad** se logra gracias a la estandarización de las ordenes de producción, para una misma pieza, se sabrá que se despachará con las mismas medidas siempre (para el caso de la alternativa 2 y 3) esto en contraposición cuando el trazado y despiece lo realiza un humano (alternativa 1), puede existir errores o diferencias entre piezas con igual medida. Esto de la mano con el **control de la producción**, al tener en conocimiento hasta el mínimo detalle de la pieza a despachar, puede generarse mayor cantidad de indicadores para controlar como tiempos de fabricación, uso de material, re-trabajos, errores durante la fabricación, medidas correctas, entre otros, esto sirve en gran medida para lograr retroalimentación en el sistema y lograr mejoras incrementales.

Se requiere alto **nivel de especialización** y técnico en la **alternativa 1** por parte de los operarios para la creación de las piezas de ductos, entre ellos deben laborar trazadores que tengan conocimientos en calderería, donde puedan realizar los trazados de piezas correctamente, cabe acotar que en estos trabajadores se confía en gran medida la calidad de la fabricación y el control del desperdicio basado en su experiencia. A

diferencia de las **alternativas 2 y 3**, los operarios deben tener solo nociones fabricación y con una adecuada inducción pueden manejar las maquinarias que hacen el trabajo de conformación, trazado (Router CNC – Plasma), colocación de esquineros, etc, por tanto, el control de inventario, rendimientos de materia prima, gestión de movimientos, etc. pasa a ser responsabilidad de la oficina central de Caracas Venezuela, donde se pueden establecer estrategias tácticas para la mejora continua de la producción.

Otro indicador clave es la **cantidad de operadores** en la planta, toda automatización apunta a un objetivo común, reducción del factor humano en los procesos, para el presente caso se evidencia que la cantidad de trabajadores se reduce a medida que avanza la alternativa, con valores de 15, 8 y 5 operarios para las alternativas 1, 2 y 3, respectivamente, esto influye directamente sobre los **costos de labor**, donde, disminuye a medida que avanza el **nivel de automatización**, en contraposición del **costo de depreciación** que aumenta, de esta manera se cumple la premisa de cambio de labor humana por depreciación de maquinaria.

Tomando en consideración las premisas de “5 S” para taller de ductos estudiados en el análisis de conceptos, la alternativa 1, sale de lo factible, se posee un alto nivel de contacto (**cantidad de movimientos**) para el mismo producto comparándolo con el resto de las alternativas, por tanto, con esta opción se producirán errores, re-trabajos comprometiéndose la calidad, y la rentabilidad del negocio.

Finalmente, cada una de las alternativas se posicionan en los siguientes valores de **inversión inicial**, teniendo \$ 85,085.00 para la alternativa 1, \$ 422,620.00 para la alternativa 2 y \$ 896,400.00 para la alternativa 3.

Considerando, la factibilidad técnica, la alternativa 1 se encuentra fuera de los márgenes establecidos y con altos costos de operación, viéndose comprometida la calidad, considerando la factibilidad financiera, el presente proyecto posee en su

partida de “Maquinaria e Inventario” ubicada en \$ 315,000.00 (ver tabla 5 en la fase visualizar), por tanto, la alternativa 3 se considera como no factible ubicándose fuera del monto presupuestado aprobado por el patrocinador del proyecto.

En conclusión, se define como alternativa seleccionada la numero 2, esta posee una desviación en costos de 34% con respecto a la partida de “Maquinaria e Inventario”, y tiene un peso en costos sobre proyecto del 54.6%, adicionalmente, esta alternativa se encuentra alineada a los objetivos del proyecto, y a la política de calidad y gestión de la organización.

Se recomienda realizar una redistribución en los costos del proyecto, lograr alianzas con los proveedores para reducir el costo del sistema, si no, diversificando entre marcas en el mercado. Debido a que esta alternativa cuenta con la mayor cantidad de equipos debe realizarse un estricto plan de mantenimiento predictivo y preventivo, también, debe realizarse una ingeniería de detalle para realizar una distribución definitiva una vez se tenga seleccionado el sitio donde operará la planta.

Para que la organización pueda soportar esta alternativa estratégica, táctica y operacionalmente, se recomienda la reestructuración organizacional (mostrada en la Figura 76), definiendo roles y responsabilidades durante la “doble” gestión que existirá entre la sede de Caracas – Venezuela y la sede de los Estados Unidos de América.



Figura 76 . Re-estructuración Organizacional
Fuente: 704 Ingeniería, C.A.(2018)

Open Canvas Innovation

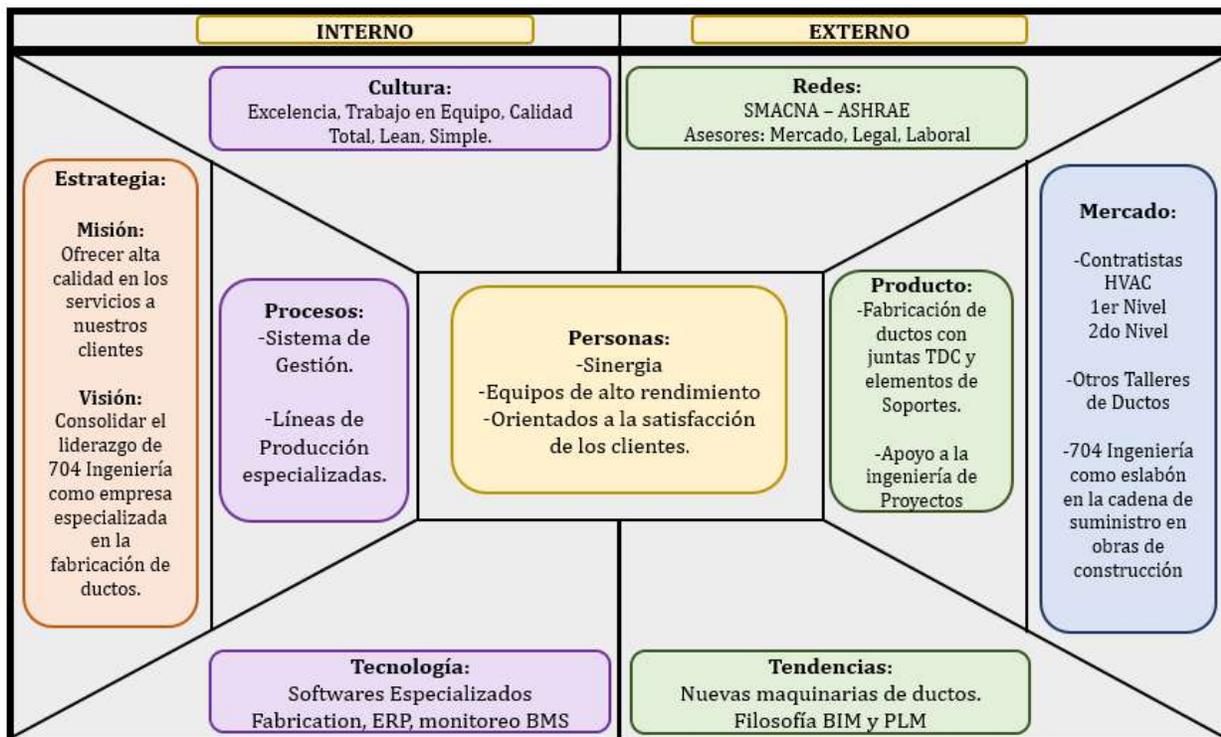


Figura 77 . Open Innovation Canvas
Fuente: 704 Ingeniería, C.A.(2018)

Al tratarse de un nuevo emprendimiento, la unidad de negocio puede modelarse y detallarse según la Figura 77, estableciéndose los factores externos e internos tal como se describe a continuación:

- Mercado:** el mercado objetivo para la unidad de negocio se mantiene, tal como se detectó en la fase visualizar, deben ser contratistas mecánicas HVAC del primer y segundo nivel, según lo mostrado en la sección de “segmentos de mercado” en la figura 18.
- Producto:** lo que se ofrecerá al mercado sigue estando constante a la “propuesta de valor” indicada en la figura 18. Serán ductos prefabricados y aislados internamente, de juntas TDC, además, del apoyo que se ofrecerá a

nuestros clientes a nivel de proyectos, con despieces, modelados de calidad y con documentación de alto nivel técnico.

- **Redes:** la unidad de negocio debe formar parte de asociaciones tal como la SMACNA y ASHRAE, en ellas se encuentran conglomerados clientes y competidores en el área, además, de brindar el apoyo técnico para que la organización se encuentre alineada a los estándares del mercado.
- **Tendencias:** la nueva sede se encuentra cónsona y preparada para adaptarse a las nuevas tendencias de fabricación, como lo es la aplicación de la filosofía BIM y PLM, además, estando en las asociaciones indicadas en las redes, se tendrá fácil acceso a nuevas maquinarias para mejorar la producción y por consiguiente la rentabilidad del negocio.
- **Estrategia:** al tratarse de una expansión del modelo de negocio venezolano, se migrará la nueva unidad de negocio heredará la tanto la misión y visión, con una variante, de consolidarse como empresa líder en la fabricación de ductos entre sus clientes.
- **Cultura:** al igual que el segmento anterior, los nuevos trabajadores se entrenarán para cumplir con la cultura implementada en la sede venezolana, orientada al trabajo en equipo, calidad total en todas las labores a realizar, logrando también que sean sencillas y sin re-trabajos ni desperdicios (LEAN).
- **Procesos:** estará implantado un sistema de gestión creado con ingeniería venezolana, aplicado a líneas de producción especializadas, para ductos rectos, piezas de ductos (fittings), soportería, y toda nueva línea para próximas expansiones. Cabe acotar que, para una expansión sostenible esta nueva

unidad debe soportarse en la estructura organizativa propuesta indicada en la figura 76.

- **Tecnología:** la nueva unidad de negocio estará a la vanguardia tecnológica, con un sistema de monitoreo remoto basado en la nube, donde todos los involucrados (directos e indirectos) con el respectivo nivel de acceso podrá visualizar el funcionamiento de la maquinaria y líneas de producción esto gracias al sistema ERP. Así mismo, un soporte de ingeniería en sistemas HVAC de alto nivel en la creación de despieces y reportes de calidad con el uso del software Fabrication.
- **Personas:** todo este sistema se soportará gracias a las personas, los nuevos integrantes de la organización deben poseer un perfil orientado a la creación de equipos de trabajo de alto rendimiento, entender el concepto de sinergia para el logro de objetivos comunes de la organización sobre los individuales, esto para lograr un máximo de satisfacción a los nuevos clientes.

CAPÍTULO VII. FEL III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El tercer y último grupo de actividades se define el plan de ejecución del proyecto de la alternativa seleccionada, se considerarán los lineamientos establecidos por el “Betsi Cadwaladr University Health Board” (2014) en su modelo de creación de planes de ejecución de proyectos. A continuación, se muestra la adaptación a partir del modelo de gestión del CII (1995),

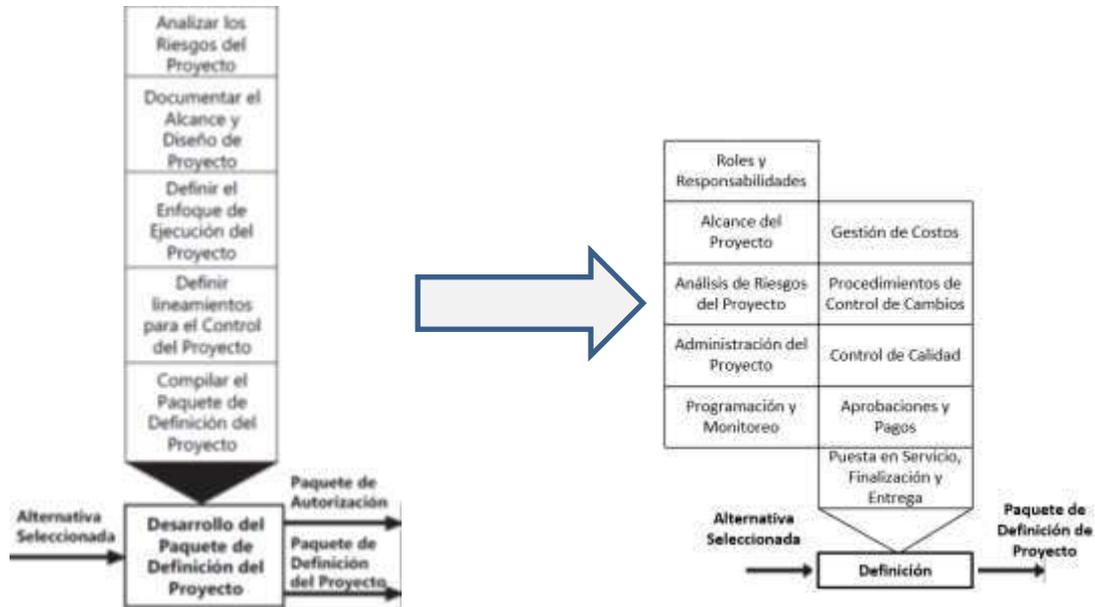


Figura 78 . Adaptación Fase Definir

**Fuente: Pre-Project Planning Handbook – Construction Industry Institute (1995) /
Betsi Cadwaladr University Health Board (2014)**

Roles y Responsabilidades

A continuación, se muestra la gobernabilidad del proyecto para la fase de ejecución, de manera similar para la fase de Visualizar, se establece la estructura de responsabilidades indicada en la Figura 78, la figura de “Analista Financiero” ahora es sustituido por “Ingeniero Supervisor”, cabe acotar que este proyecto en su fase de ejecución se soporta en gran medida de los asesores, solo ellos tienen la suficiente experticia del mercado estadounidense para tener una visión estratégica clara para el proyecto, por tanto, el Director Ejecutivo debe estar en constante contacto con estos involucrados.

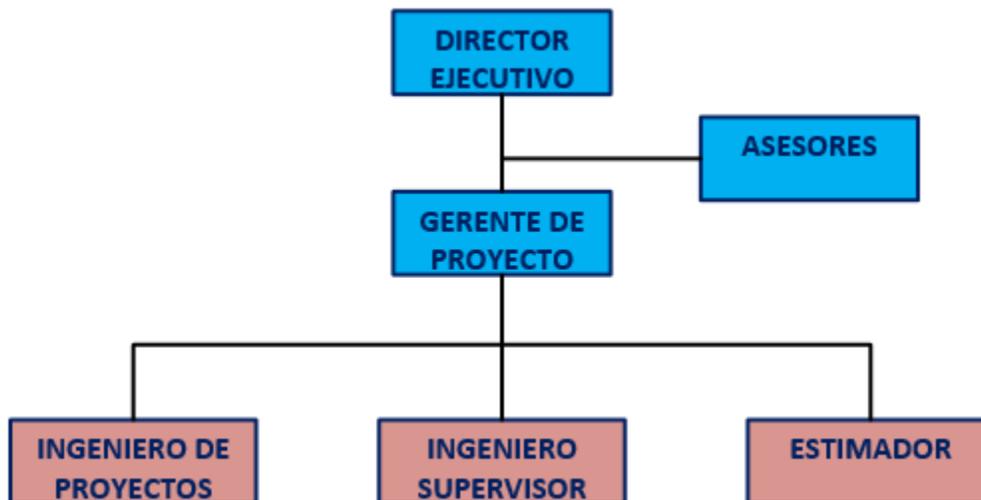


Figura 79 . Gobernabilidad del Proyecto en Fase de Ejecución
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

En el Anexo A se encuentra las descripciones de puesto, para los partícipes involucrados en la Figura 79, se describen los propósitos, desafíos y retos, además de las áreas de responsabilidad, dimensiones, y sus respectivas relaciones.

Alcance del Proyecto

Se actualiza la estructura desagregada de trabajo (Figura 80) prevista en la fase Visualizar, se ha agregado un siguiente nivel de entregables y un nuevo paquete de trabajo siendo la “Ingeniería de Detalle”. En las tablas subsecuentes se encuentra el respectivo diccionario de la estructura, para un mejor entendimiento de los trabajos y definición de responsables.



Figura 80 . Estructura Desagregada de Trabajo - Fase de Ejecución
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Tabla 22. Diccionario del Paquete de Trabajo 1.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 1: MAQUINARIA E INVENTARIO. | | | |
|---|---|---|---|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Adquisición de Maquinaria | A partir de las hojas de datos y especificaciones establecidas por el ingeniero de proyectos, se realizan las negociaciones con los proveedores para la adquisición de la maquinaria adecuada y ajustada a los requerimientos estudiados. Responsable: Director Ejecutivo / Gerente de Proyecto | -Compra de equipamiento con fabricantes reconocidos. -Compra alineada a los criterios indicados en hojas de datos. | -Documentación de fabricante para las maquinarias. -Hojas de datos actualizadas. -Manuales de operación y mantenimiento. -Planos de ensamblaje y armado. |
| Izamiento y Puesta en Sitio | Mientras se realicen los despachos y recepción de la maquinaria en el sitio, debe realizarse las maniobras para la colocación en los sitios | -Maquinarias puesta en sitio según la demarcación de áreas establecidas. -Maquinarias debidamente alineadas a nivel de piso. | -Uso de maquinarias de manejo de carga adecuadas. -Registro de |

| | | | |
|------------------------------|---|---|--|
| | demarcados previamente en el entregable “Delimitación de áreas”. Responsable: Ingeniero Supervisor | | cambios en caso de existir modificaciones en campo. |
| Conexión de Servicios | Se hace la conexión eléctrica de fuerza y control, sistema de aire comprimido y de extracción según donde aplique. Responsable: Ingeniero Supervisor | -Sistemas debidamente instalados según lineamientos en manuales de fabricantes. | -Fotografías, y registro de instalación. |
| Adquisición de Materia Prima | Se solicita a proveedores la materia prima requerida para la puesta en marcha de la fábrica en forma de bobinas. Responsable: Gerente de Proyecto, Ingeniero Supervisor | -Compras realizadas, recibidas en sitio y debidamente almacenadas. | - Certificados de origen de la materia prima donde se indiquen normas y especificaciones técnicas. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 23. Diccionario del Paquete de Trabajo 2.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 2: INFRAESTRUCTURA FÍSICA | | | |
|---|---|---|---|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Alquiler del Galpón | Adquisición en calidad de arrendamiento de la infraestructura física donde se realizarán las labores de fabricación, debe estar ajustado a los requerimientos de espacio y criterios de ubicación estratégicos para la atención de los segmentos de clientes. Responsable: Director Ejecutivo , Asesores. | -Debe contar con Sistema de Climatización, y de protección contra incendios. -Zona con tolerabilidad a altos niveles de ruido. -Acceso a proveedores y clientes. -Lineamientos establecidos en la evaluación de sitio. | -Documentación relacionada al galón -Planos de arquitectura y de servicios existentes. |
| Sistema HVAC | Instalación y /o adecuación de un sistema climatizado ajustado a las condiciones de temperatura y humedad del sitio. Responsable: Ingeniero Supervisor | -Temperatura y humedad ajustado a lo establecido en el estándar ASHRAE 55.1 | -Planos de servicios HVAC. -Registro de Temperatura. |
| Sistema Eléctrico (potencia) | Instalación y/o adecuación del sistema de distribución eléctrica del recinto, para el accionamiento de la maquinaria. Responsable: Ingeniero Supervisor | -Sistema de distribución de 300 Amperios -Puntos de corriente a no más de 1 metro de distancia a pie de la maquinaria. | -Planos de servicios Eléctricos. -Registro de incidencias. |
| Delimitación de Áreas | Aplicación de pintura sobre el piso, para garantizar la | -Pintura de colores aprobados por SMACNA. | -Registros de cambios en caso |

| | | | |
|--------------------------|--|--|---|
| | delimitación de áreas y ubicación de maquinaria según lo indicado en la ingeniería de detalle. Responsable: Ingeniero Supervisor | -Delimitación de áreas de seguridad y mantenimiento. | de existir modificaciones en campo. |
| Sistema Contra Incendios | Instalación y /o adecuación de un sistema de control de incendios según las normativas legales locales. Responsable: Asesores / Ingeniero Supervisor | -Sistema debidamente instalado según las normas locales de seguridad | -Planos de servicio de extinción de incendios. -Registro de Incidencias. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 24. Diccionario del Paquete de Trabajo 3.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 3: INFRAESTRUCTURA DIGITAL. | | | |
|---|--|--|---|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Adquisición Software | Se realizan las adquisiciones e instalación de los softwares de apoyo para una debida gestión y monitoreo de las operaciones realizadas en la fábrica de ductos. Responsable: Ingeniero de Proyectos, Gerente de Proyecto. | -Software debidamente seleccionados ajustados al flujo de trabajo de la fábrica de ductos. -Deben estar alineados a la tecnología seleccionada en la maquinaria e inventario. | -Manuales y capacitación técnica inicial para el uso de softwares adquiridos. |
| Configuración PLC - Velneo | Se realizan las labores de configuración y acople entre los sistemas de instalados en las maquinarias, y el sistema de monitoreo en el software | -Pruebas en frio realizadas y aprobadas. -Pruebas de funcionamiento | -Planos de arquitectura de control -Documentación de programas |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| | Kerp. Responsable: Ingeniero de Proyectos | | creados. -Registro de incidencias. |
| Configuración PLC – Fabrication Suite | Se realizan las labores de configuración y acople entre los sistemas de instalados en las maquinarias, y el sistema de filosofía BIM de Autodesk Fabrication Suite | -Pruebas en frio realizadas y aprobadas. -Pruebas de funcionamiento | -Documentación de programas creados. -Registro de incidencias. |
| Pruebas de Funcionamiento | Se realizan las labores de enlace entre los sistemas y se verifica la funcionalidad del sistema entero. (ver figura 60) Responsable: Ingeniero de Proyectos | -Pruebas en frio realizadas y aprobadas. -Pruebas de funcionamiento. | -Documentación de programas creados. -Registro de incidencias. -Memoria descriptiva de arquitectura digital |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 25. Diccionario del Paquete de Trabajo 4.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 4: ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA. | | | |
|---|--|--|--|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Ajustes y Calibraciones | Verificación de los parámetros y set-points de toda la maquinaria del taller, como ajuste de rodillos, intensidad de plasma, etc. Responsable: Ingeniero Supervisor. | -Maquinas puestas a punto. -Equipos en pleno funcionamiento. | -Documentación de fabricante para las maquinarias. -Registro de incidencias. |
| Medición de Variables | Verificación y registro de los parámetros de funcionamiento de la maquinaria de fábrica. Responsable: Ingeniero Supervisor. | -Medición y registro de variables eléctricas, temperatura, presiones, etc según corresponda. | -Registro de incidencias. -Planillas de arranque debidamente llenadas según formatos de fabricante. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 26. Diccionario del Paquete de Trabajo 5.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 4: PRE-OPERACIONES. | | | |
|---|--|--|---|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Contrataciones Operarios | Se realizan las labores de captación de personal para operar las distintas maquinarias del taller. Responsable: Director Ejecutivo / Asesores. | -Personal con experiencia previa en fabricación de ductos. -Personal dispuesto al trabajo en equipo y colaborativo. -Talento humano disciplinado y ordenado. -Registro policial limpio. | -Currículos registrados. -Certificados de origen de la materia prima donde se indiquen normas y especificaciones técnicas. |
| Adiestramiento | Los fabricantes dentro de sus propuestas deben incluir planes de capacitación de cada una de las maquinarias suministradas. Responsable: Gerente de Proyecto | -Personal capacitado y preparado para las labores de fabricación. | -Manuales de Entrenamiento. -Exámenes evaluados al personal. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 27. Diccionario del Paquete de Trabajo 6.

| PAQUETE DE TRABAJO PROYECTO 4: INGENIERÍA DE DETALE. | | | |
|--|---|--|--|
| Entregable | Descripción | Criterio de Aceptación | Control de Calidad |
| Selección de Equipos | El equipo de proyectos, realiza la selección de la maquinaria revisa selecciones previas Responsable: Ingeniero de Proyectos / Estimador | -Equipos seleccionados considerando nuevas variables. -Selecciones alineadas a la disponibilidad del mercado. | -Hojas de datos de Equipos |
| Planos como Construido de Planta | Planos en digital de todos los cambios y representación fiel de lo que se encuentra en la realidad. Según los registros de cambios documentados. Responsable: Ingeniero de Proyectos. | -Planos aprobados y en última revisión -Revisión en sitio aprobado por el ingeniero supervisor | -Planos de arquitectura y servicios actualizados -Planos de ubicación de maquinaria actualizados. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Análisis de Riesgos del Proyecto

Tomando en consideración la Estructura Desagregada de Trabajo mostrada en la figura 80, se detectan los siguientes riesgos:

- Defectos de fábrica de la maquinaria de conformación.
- Caídas o Golpes Durante el Izamiento de Maquinaria.
- Adquisición de Galpón con especificaciones de espacios fuera de lo establecido en Fase Conceptualizar.
- Infraestructura digital no adecuada.
- Discrepancias entre planos como construido y realidad.

- Accidentes laborables.

Se han clasificado los riesgos según su probabilidad y el impacto sobre el proyecto según la siguiente matriz de riesgos.

| | | | | | | | |
|---------------------|----------|---|----------------|------|-------|------|----------|
| Probabilidad | Muy Alta | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | Alta | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | Media | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | Baja | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | Muy Baja | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | Muy Bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy Alto |
| | | | Impacto | | | | |

| | |
|--|-----------------|
| | Riesgo Bajo |
| | Riesgo Moderado |
| | Riesgo Alto |

Figura 81 . Matriz de Riesgos
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Plan de respuesta a los riesgos

A continuación, se muestra el plan de respuesta para aquellos riesgos clasificados como moderados y altos.

Tabla 28. Descripción de riesgos.

| Descripción del Riesgo | Causas | Descripción del Impacto | Probabilidad | Impacto | Tipo de Riesgo |
|--|--|--|--------------|----------|---------------------|
| Caídas o golpes durante el izamiento de Maquinaria | -Mal manejo de la carga. -Mala colocación de cinchas. -Logística deficiente. -Falta de limpieza en obra | -El equipamiento puede perder la garantía debido al maltrato. -Descalibración de la maquinaria de conformación, trayendo como consecuencia sobrecostos para arreglos. | Baja (2) | Alto (4) | Riesgo Moderado (8) |
| Galpón fuera de las medidas especificadas | - Disponibilidad de edificaciones | - Puede verse afectado el proceso productivo | Media (3) | Alto (4) | Riesgo Alto (12) |

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|---|-----------|--------------|----------------------|
| en fase Conceptualizar | que atiendan a la especificación -Elevados costos de alquiler. | directamente. Debido a falta de espacio para maniobras -Puede haber en la fase de operación accidentes laborales que incurran a posteriores demandas. | | | |
| Infraestructura Digital no adecuada | -Labores de configuración no concluidas debido a discrepancias entre la selección de los equipos y la realidad. -Fallas en el servicio de conexión a internet de la red de la oficina central ubicada en Caracas Venezuela. | -Al no existir una adecuada infraestructura implementada, el apoyo administrativo y de ingeniería no puede ser suministrada a la fábrica de ductos, por tanto, la inoperatividad de la misma. | Media (3) | Muy Alto (5) | Riesgo Alto (15) |
| Accidentes laborables | -No cumplir con las normativas de seguridad establecidas. -Falta de Indumentaria de seguridad adecuada a las labores. | - Paralización de las labores de construcción comprometiendo los costos y cronograma base. -Costos médicos asociados. -Implicaciones | Baja (2) | Muy Alto (5) | Riesgo Moderado (10) |

| | | | | | |
|--|--|----------|--|--|--|
| | | legales. | | | |
|--|--|----------|--|--|--|

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Tabla 29. Plan de respuesta a los riesgos.

| Descripción del Riesgo | Medidas Preventivas / Acción de Respuesta | Responsable |
|--|--|---|
| Caídas o golpes durante el Izamiento de Maquinaria | <ul style="list-style-type: none"> -Establecer un detallado plan de izamiento y puesta en sitio. -Adquisición de equipos de izamiento adecuados a la carga (grúas, plumas, camiones, etc), subcontratación de empresa especializada en manejo de cargas. -Solicitar al fabricante detalles de amarre de cinchas, y centro de gravedad del equipo. -Espacio adecuado para una cómoda maniobra | Ingeniero de Proyectos / Ingeniero Supervisor / Gerente de Proyecto |
| Galpón fuera de las medidas especificadas en fase Conceptualizar | <ul style="list-style-type: none"> -Realizar la ingeniería de detalle considerando esta modificación, haciendo la redistribución de los espacios sin comprometer los procesos productivos. -Verificar la factibilidad de realizar un segundo nivel dentro del recinto para albergar materia prima y oficinas administrativas. -Realizar racks de materia prima. | Ingeniero de Proyectos. / Gerente de Proyecto |
| Infraestructura Digital no adecuada | <ul style="list-style-type: none"> -Contratación de servicios basado en la nube. -Contratación de servicios alternos de conexión a internet. -Realizar un plan de contingencia detallado para su aplicación en caso de ocurrencia de fallas. -Mantener los sistemas respaldados en servidor en la nube. | Asesores / Director Ejecutivo / Gerente de Proyecto |
| Accidentes Laborables | <ul style="list-style-type: none"> -Aplicar estrictamente las normativas de seguridad industrial en la obra. -Realizar al inicio de las labores diarias, charlas de 10 minutos donde se explique el plan de seguridad industrial, uso de indumentaria de seguridad y detección de espacios riesgosos. -Exigir a las subcontratistas cumplir con las normas de | Ingeniero Supervisor / Gerente de Proyecto. |

Fuente: 704 Ingeniería C.A (2018).

Administración del Proyecto

Comunicaciones

Para que las líneas de comunicación sean efectivas deben mantenerse cortas, claras y directas, en la medida de lo posible. Todas las decisiones clave e instrucciones deben ser confirmadas por escrito y comunicado a todos los participantes del equipo de proyectos de manera expedita. El equipo de proyectos indicado en la figura 78 tiene la responsabilidad de distribuir la información a subordinados y a la organización en caso de requerirlo.

Solicitudes de Información.

El ingeniero de proyectos, tiene la responsabilidad de solicitar, recibir y consolidar todos los registros de cambios sucedidos en campo, ser los monitores del cronograma de ejecución y verificar los avances físicos de la obra conjuntamente con el Ingeniero Supervisor designado, también solicitar la información generada motivada a las decisiones tomadas entre el Director Ejecutivo conjuntamente con el Gerente de Proyecto y los proveedores tanto de las maquinarias y herramientas de fabricación.

El estimador debe estar en constante comunicación con todos los involucrados del proyecto para llevar el registro de costos reales del proyecto, debe ser garante de los costos y advertir sobre las variaciones de la línea base de costos.

El gerente de proyectos, director ejecutivo e ingeniero supervisor, pueden solicitar información documentada actualizada pertinente al proyecto, como planos, minutas de reunión, facturas, manuales, entre otros, todo esto en caso de requerirlo para la solución de problemas en campo y garantizar el avance del proyecto dentro del cronograma previsto.

Advertencias Tempranas.

Las advertencias tempranas consisten en todos aquellos indicadores que puedan afectar en gran medida tanto positiva como negativamente al proyecto, para detectarlas y comunicarlas se debe considerar si estas comprometen directamente o indirectamente: el precio de los contratos, fecha de culminación de los trabajos, calidad de los trabajos o alcance indicado en el alcance, etc. Esta información debe ser distribuida a todo el equipo de proyectos lo antes posible.

E-mails.

Se hace uso de la herramienta solo para comunicaciones para involucrados externos, (proveedores, clientes, asesores), no se debe hacer uso para comunicaciones internas en el equipo de proyectos a pesar de su flexibilidad y velocidad, para este tipo de casos debe utilizarse el centro de información de Kerp, para garantizar la integridad de la información, además de ser publica para toda la organización y proyectos futuros.

Comunicaciones Verbales.

Las comunicaciones verbales que implique decisiones críticas del proyecto, ya sea personal o vía telefónica deben ser registradas por escrito y comunicadas a los miembros del equipo de proyectos.

Reuniones

Las reuniones deben ser realizadas de manera regular para que exista una comunicación efectiva entre los miembros, esto apoyado en el formato mostrado a continuación (Figura. 80). En estas reuniones pueden discutirse distintos aspectos del proyecto que se consideren convenientes. Ya sea para realizar acuerdos, formular ideas para solución de problemas y conflictos, exponer avances, o para situaciones donde se requieran medidas correctivas a cierta situación.

Formato de Reuniones

Es importante que cada reunión se encuentre alineada a los parámetros indicados a continuación, esto garantizará la productividad y que cada encuentro sea verdaderamente un valor agregado que ayude a la culminación exitosa del proyecto.

| | |
|---------------------------|--|
| Propósito | Temas asociados a costos importantes, problemas de cronograma y calidad, monitoreo y progreso, abordaje de problemas del proyecto a nivel estratégico. |
| Agenda / Minutos | Día y duración de la reunión (no mayor a 60 minutos) |
| Tipo de Reunión | Reunión equipo del proyecto. (bi-mensual) Reunión de avance de proyecto. (semanal) Reuniones con asesores (según importancia y disponibilidad) |
| Presentes | Involucrados internos: <ul style="list-style-type: none">• Director Ejecutivo• Gerente de Proyecto• Ingeniero de Proyectos• Ingeniero Supervisor• Estimador Involucrados externos: <ul style="list-style-type: none">• Asesores• Clientes• Proveedores• Otros (especificar) |
| Frecuencia | En caso de aplicar , según lo indicado en Tipo de Reunión |
| Lugar de Encuentro | <ul style="list-style-type: none">• Oficinas de 704 Ingeniería C.A Caracas Venezuela.• Oficinas de 704 Ingeniería C.A Estados Unidos.• Oficinas de Asesores• Oficinas de Proveedores• Oficinas de Clientes• Skype, GotoMeeting, Hangouts, etc |

Figura 82 . Formato de Reuniones
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Programación y Monitoreo

Cronograma de Ejecución

A continuación, se muestra el cronograma previsto actualizado con los paquetes de trabajo y entregables revisados de la fase Visualizar, se han actualizado los tiempos de

entrega de proveedores y revisión de las actividades, con este se define que la línea base de duración es de **140 días**. (para un calendario de 50 semanas al año, 5 días laborables a la semana y 8 horas de labor diaria). El cronograma se reduce en 32 días con respecto al anterior, por tanto, el proyecto tendrá una duración de **7 meses**, pudiendo terminarse la construcción y puesta en marcha del taller de ductos antes de culminar el año 2018.

Se define como línea crítica la actividad de “Selección de equipos” y el paquete de trabajo de “Infraestructura Digital”, estas actividades deben potenciarse los esfuerzos para el cumplimiento del cronograma.

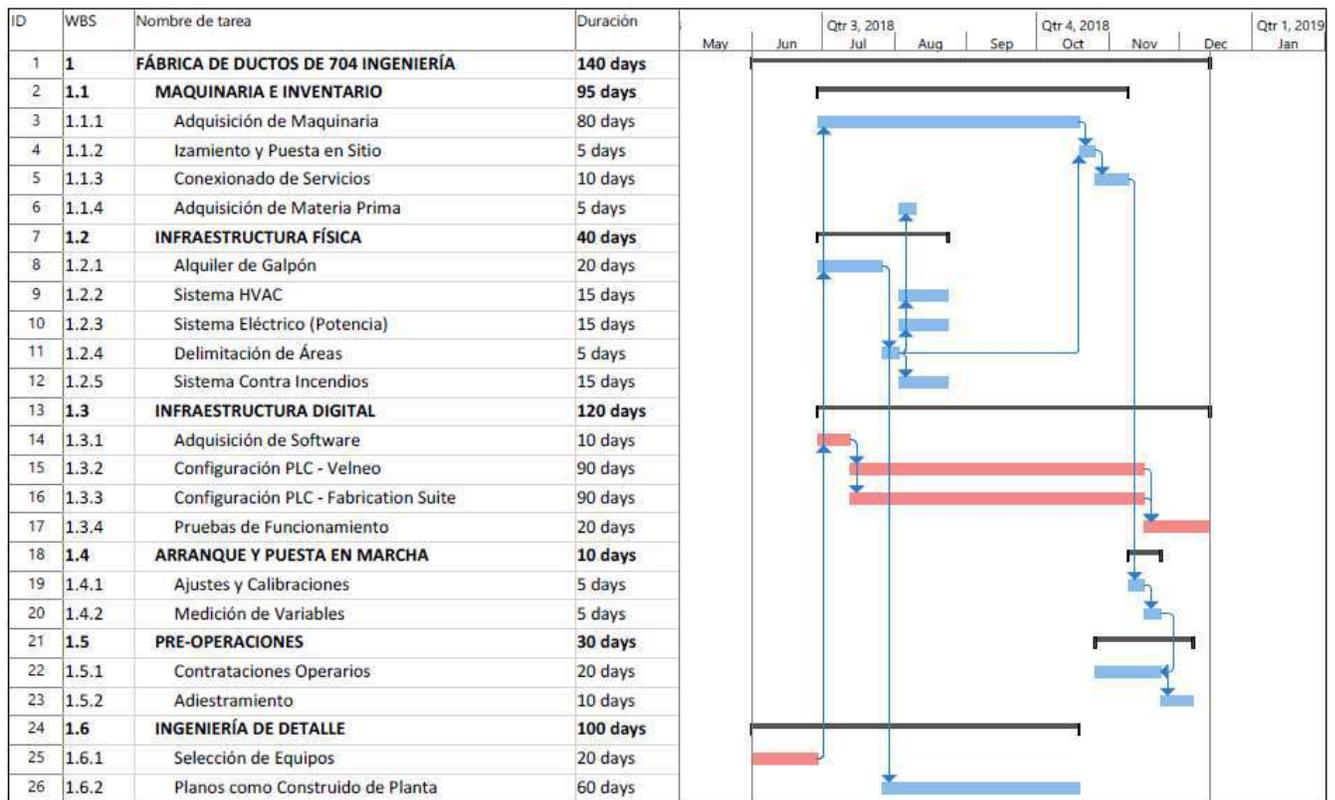


Figura 83 . Cronograma de Ejecución
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Ingeniería de Proyectos – Planos

Los planos emitidos por el ingeniero de proyectos, y en los casos de subcontratistas contratadas debe tener un registro información que enmarque lo siguiente:

- Fecha de emisión del plano
- Estatus (Número de revisión, A, B, C, etc.).
- Confirmación por parte de los revisores si el plano ha sido recibido y verificado.
- Número de documento y numero de revisión (como nombre del fichero)
- Descripción de las Revisiones.
- Escalas
- Tamaño de papel.

Este tipo de documento debe ser distribuido tanto en formato nativo como en formato .PDF para garantizar que todo interesado pueda acceder al mismo de forma expedita.

Trabajos por Terceros

Los trabajos por terceros están delimitados dentro del paquete de trabajo “infraestructura física” y parte de “Maquinaria e Inventario”, estos deben estar alineados a la política de calidad del presente plan de ejecución de proyecto, las subcontratistas deben entregar planos como construido de los servicios instalados, planos de arquitecturas, registro de cambios, registro de incidencias y modificaciones a la infraestructura. Además, los trabajos deben poseer un tiempo de garantía de 1 año con servicio postventa en caso de fallas en los sistemas HVAC, Eléctrico y de Extinción de Incendios.

Registros Fotográficos

Dentro de la documentación debe existir los registros fotográficos de antes y del después de las labores, así como de la maquinaria recibida, y todo elemento que formará parte las líneas de producción de la planta. Por tanto, se pueda revisar el avance de manera gráfica por parte del equipo del proyecto y de los colaboradores

Seguridad Industrial

Las labores deben estar alineadas a las normas de seguridad industrial y salud ocupacional según las normativas legales, reduciendo el riesgo de accidentes laborales.

Gestión de Costos

Costo Base

A continuación, se muestra el flujo de caja proyectado para la realización del desembolso de recursos monetarios durante el ciclo de vida del proyecto. Está definiendo la línea base de costos en el proyecto. Toda variación debe ser documentada y registrada. Se recomienda el uso de la técnica del valor ganado para verificar los avances físicos.

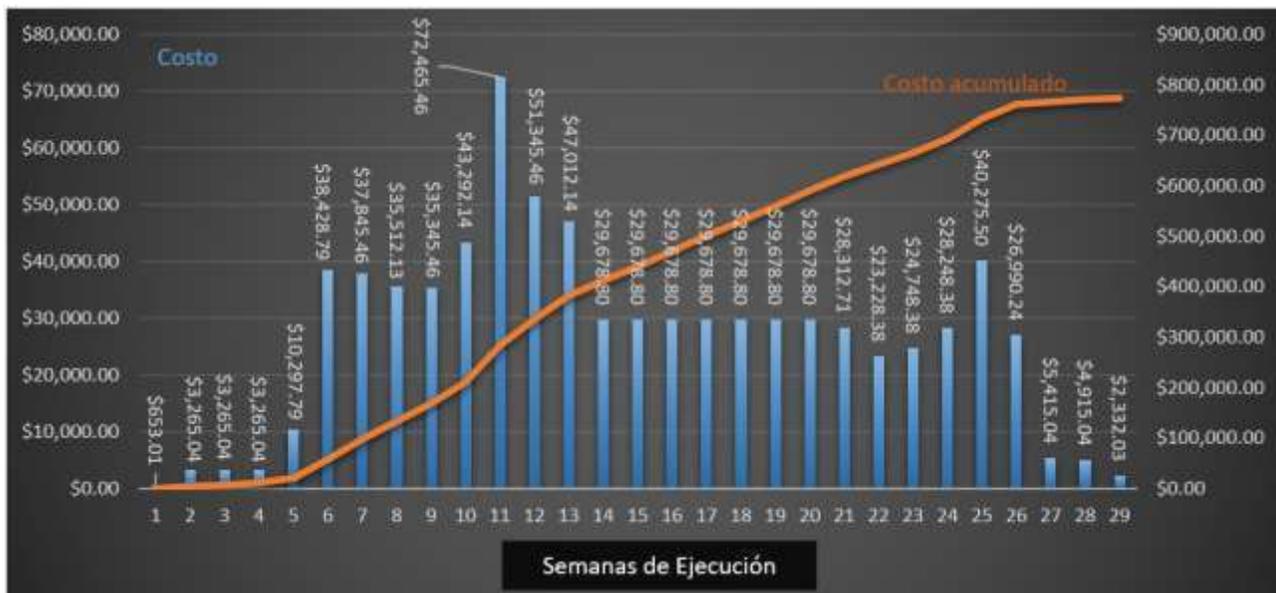


Figura 84 . Flujo de Caja del Proyecto.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Seguidamente, se encuentra en la siguiente figura la tabla de asignación de recursos del proyecto. Definiendo el costo de cada uno de los paquetes de trabajo. Cabe acotar

que la inversión inicial se mantiene (\$ 774,210.00) y lo que se modifica es la distribución de los costos en los entregables.

| ID | WBS | Nombre de tarea | Duration | Cost | Predecessors |
|----|-------|---|-----------------|---------------------|--------------|
| 1 | 1 | FÁBRICA DE DUCTOS DE 704 INGENIERÍA | 140 days | \$774,210.00 | |
| 2 | 1.1 | MAQUINARIA E INVENTARIO | 95 days | \$484,020.00 | |
| 3 | 1.1.1 | Adquisición de Maquinaria | 80 days | \$422,620.00 | 25 |
| 4 | 1.1.2 | Izamiento y Puesta en Sitio | 5 days | \$20,000.00 | 3;11 |
| 5 | 1.1.3 | Conexionado de Servicios | 10 days | \$15,000.00 | 4 |
| 6 | 1.1.4 | Adquisición de Materia Prima | 5 days | \$26,400.00 | 11 |
| 7 | 1.2 | INFRAESTRUCTURA FÍSICA | 40 days | \$95,000.00 | |
| 8 | 1.2.1 | Alquiler de Galpón | 20 days | \$25,000.00 | 25 |
| 9 | 1.2.2 | Sistema HVAC | 15 days | \$15,000.00 | 11 |
| 10 | 1.2.3 | Sistema Eléctrico (Potencia) | 15 days | \$25,000.00 | 11 |
| 11 | 1.2.4 | Delimitación de Áreas | 5 days | \$5,000.00 | 8 |
| 12 | 1.2.5 | Sistema Contra Incendios | 15 days | \$25,000.00 | 11 |
| 13 | 1.3 | INFRAESTRUCTURA DIGITAL | 120 days | \$8,100.00 | |
| 14 | 1.3.1 | Adquisición de Software | 10 days | \$6,000.00 | 25 |
| 15 | 1.3.2 | Configuración PLC - Velneo | 90 days | \$1,000.00 | 14 |
| 16 | 1.3.3 | Configuración PLC - Fabrication Suite | 90 days | \$500.00 | 14 |
| 17 | 1.3.4 | Pruebas de Funcionamiento | 20 days | \$600.00 | 15;16 |
| 18 | 1.4 | ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA | 10 days | \$40,069.00 | |
| 19 | 1.4.1 | Ajustes y Calibraciones | 5 days | \$25,000.00 | 5 |
| 20 | 1.4.2 | Medición de Variables | 5 days | \$15,069.00 | 19 |
| 21 | 1.5 | PRE-OPERACIONES | 30 days | \$62,600.00 | |
| 22 | 1.5.1 | Contrataciones Operarios | 20 days | \$57,600.00 | 20FF |
| 23 | 1.5.2 | Adiestramiento | 10 days | \$5,000.00 | 22 |
| 24 | 1.6 | INGENIERÍA DE DETALLE | 100 days | \$7,000.00 | |
| 25 | 1.6.1 | Selección de Equipos | 20 days | \$2,000.00 | |
| 26 | 1.6.2 | Planos como Construido de Planta | 60 days | \$5,000.00 | 8 |
| 27 | 1.7 | ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTO | 140 days | \$77,421.00 | |
| 28 | 1.7.1 | APP | 140 days | \$77,421.00 | |

Figura 85 . Costo de Actividades del Proyecto.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Procedimientos de Control de Cambios

Control de Diseño

El control de diseño se encuentra bajo la responsabilidad del Ingeniero de Proyectos y del Gerente de Proyecto, debe existir una base de datos suficientemente detallada sobre los productos, planos, y documentos asociados al proyecto en su fase de

ingeniería de detalle y construcción. Por tanto, debe estar contemplado un procedimiento de control de diseño que incluya:

- Mantención de los registros de diseño.
- Control de los cambios de diseño.
- Registrar y controlar el estándar de diseño con el cual se construirá.
- Registro de las razones en la toma de decisiones para cambios.

Registros de Diseño

Los registros de diseño comprenderán toda la información técnica necesaria para definir el diseño, la fabricación, pruebas, instalación y mantenimiento del sitio, de la edificación y de maquinaria adquirida. Los registros de diseño pueden comprender lo siguiente:

- Planos.
- Especificaciones.
- Registro Fotográfico.
- Planos de diseño de modificaciones.
- Ordenes de cambio.
- Información de la instalación.
- Registros de diseño estructural.
- Lista de piezas y de repuestos.

Control de Calidad

Responsabilidades de Contratistas

Es responsabilidad de las subcontratistas realizar todo el trabajo indicado en los contratos, en estos se definirán los alcances y todo cambio debe ser registrado, tal como se indica en el procedimiento de control de cambios. Dentro del precio establecido, se asumirá que la empresa poseerá todos los recursos necesarios como materiales, equipamiento y herramientas, además de la fuerza laboral suficiente para la

culminación a tiempo de las labores contratadas, además, de toda la documentación solicitada. En caso que esto no sea cumplido, se prescindirá del contrato y se adjudicará un proceso legal en caso que no se logre una debida negociación.

Inspecciones en Sitio

Las inspecciones se realizarán por parte del Director Ejecutivo, Gerente de Proyectos y el Ingeniero Supervisor, se verificarán que los avances, trabajos, y labores se encuentren alineados a la estructura desagregada de trabajo (Figura 80) y cumpliendo con los criterios de aceptación de calidad indicados en el diccionario de la EDT en cuestión.

Aprobaciones y pagos

Valuaciones

Se realizarán las respectivas aprobaciones una vez valuado por completo los trabajos y labores realizadas, los siguientes aspectos deben considerarse antes de firmar las aprobaciones de los mismos y no limitándose a:

- Planos como construido en su última revisión, con las especificaciones de calidad establecidas en la sección de control y registro de diseños.
- Inspección en visual en sitio.
- Cumplimiento de los criterios de aceptación para los entregables.
- Registros de cambios.

Pagos

Se realizarán los respectivos desembolsos una semana después de haber culminado las labores, contratos (a monto fijo), pagos de nómina, etc. con la respectiva aprobación por parte del responsable del entregable. Estos pagos deben ser realizados por el Director Ejecutivo como garante de los recursos monetarios del proyecto, este

puede solicitar revisión de los productos, realizar consultas y auditorias para la verificación que toda adquisición se encuentre ajustada al presente plan de ejecución.

Puesta en Servicio Finalización y Entrega

Pruebas y puesta en marcha

Estas deben ser realizadas para descubrir problemas de diseños en planos realizados en etapas tempranas del proyecto, reducir las órdenes de cambio, una transición ágil y sin traumas para la entrega del proyecto, operaciones y mantenimiento más efectivos gracias a la documentación y adiestramiento de los operarios.

Se deben considerar los siguientes aspectos al momento de realizar la puesta en marcha del sistema no limitándose a:

- Revisión de los planos de construcción
- Revisión de las especificaciones técnicas.
- Manual de fabricante, lista de piezas y repuestos (en caso de fallas).
- Ajustes y calibración.
- Verificación de los rendimientos de producción indicados en hojas de datos.
- Adiestramiento especializado a los operadores de maquinarias.
- Poseer los manuales de mantenimiento preventivo, correctivo y de operación
- Verificación de la integración adecuada con el sistema BMS.
- Se debe realizar las pruebas por estación de trabajo y luego por línea de producción completa, para la medición de la producción inicial.
- Verificación de las variables eléctricas que se encuentren dentro de la capacidad instalada en breakers de la acometida, así evitar daños al sistema.
- Llenado de planillas de arranque (en caso de aplicar) para garantías.
- Lista de los proveedores y de departamentos para la atención de posibles fallas.
- Poseer en stock repuestos críticos para mantenimiento correctivo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con la aplicación del FEL I – FEL II y FEL III, se realiza la actualización del Canvas Open Business Model, los objetivos iniciales del proyecto se han mantenido, a diferencia de particularidades que requirieron cambios para garantizar la culminación de manera exitosa el presente proyecto.

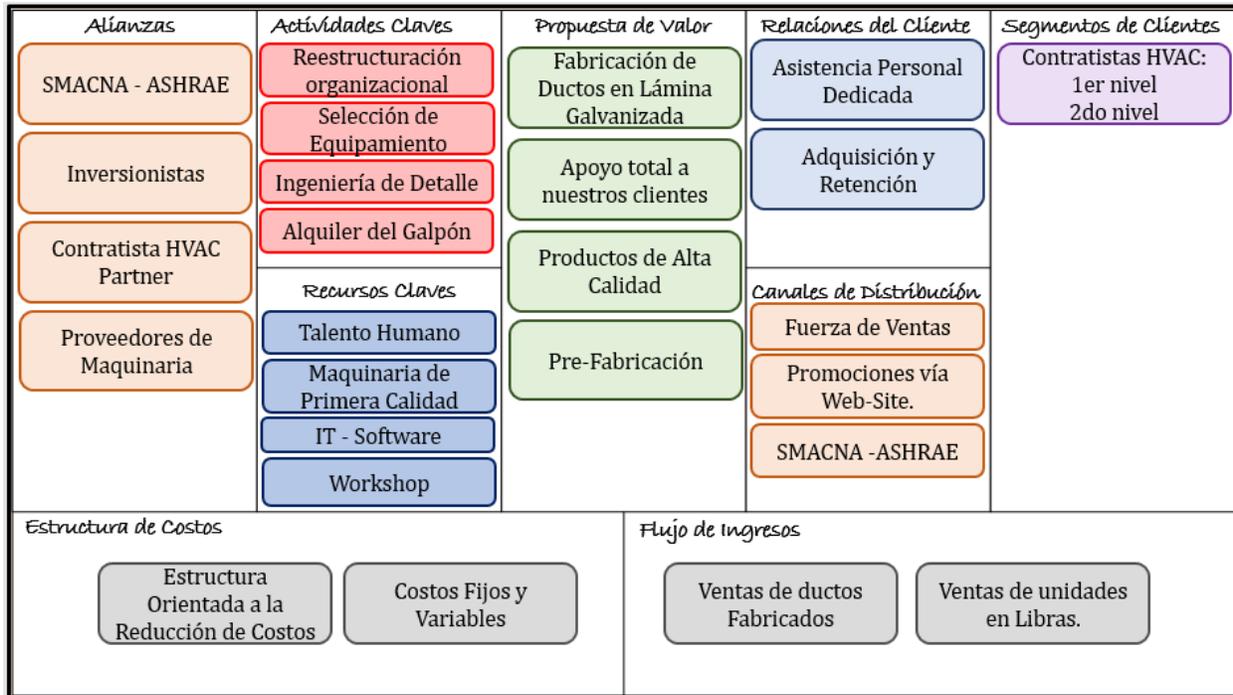


Figura 86 . Actualización Open Canvas Business Model.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

La **propuesta de valor** se mantiene sin cambios, se seguirá con el plan de ofrecer al mercado estadounidense ductos TDC prefabricados, respaldado con el apoyo técnico en todos nuestros servicios, brindando productos de alta calidad.

Los **segmentos de clientes** se mantienen según consideraciones iniciales de 1er y segundo nivel de contratación según lo indicado en las figuras 21 y 22, donde 704 Ingeniería será un eslabón dentro de la cadena de suministros de las obras de construcción.

Los **canales de distribución** se ven actualizados con la asociación de SMACNA y ASHARE, estas entidades servirán de promoción ante el mercado, ya que, en estas se conglomeran clientes sirviendo de arma de captación de nuevos clientes.

Las **actividades claves** se ven actualizadas con una reestructuración organizacional de toda la empresa, el organigrama actual puede sufrir serios problemas de gestión, ya que, se encuentra ajustado solo a las operaciones en Venezuela, debe considerarse un aumento del talento humano tanto administrativo y de ingeniería, que soporte toda la carga laboral con respecto a documentación, reportes y registros generados en la sede de los Estados Unidos.

Otra actualización en las **actividades claves** es la realización de la ingeniería de detalle para la nueva unidad de negocio y debe hacerse en dos fases, una primera antes del **alquiler del galpón** donde se albergará la maquinaria, con el layout ideal basado en la **selección de equipos**, y una segunda fase considerando la arquitectura real del galpón seleccionado. Esto con una doble función, entrenar al equipo de proyectos para la realización de los estimados y vencer la curva de aprendizaje inicial y ayudar al Director Ejecutivo realizar una selección de galpón asertiva. Actualmente, se requiere un galpón de 774m² (36 m x 21.5m), con capacidad eléctrica de 300 Amperes y disponibilidad de 208 – 220 V / 3PH / 60 Hz.

Una **Alianza** clave es con los proveedores de maquinarias, debido al soporte técnico requerido, con documentación, planes de mantenimiento, suministro de repuestos, arranque y puesta en marcha del equipamiento debe mantenerse una estrecha relación, donde se pueda recibir información de manera expedita.

Finalmente se es modificado la **estructura de costos**, debido a la actualización de los paquetes de trabajo según lo indicado en la figura 31 a lo indicado en la figura 80, la inversión inicial de \$ 774,210.00 no se ve afectada.

Modelo de 5 Fuerzas de Porter

Para tener una perspectiva estratégica se analiza el modelo de las cinco fuerzas de Porter para la nueva unidad de negocio y su competitividad al entrar al mercado estadounidense.

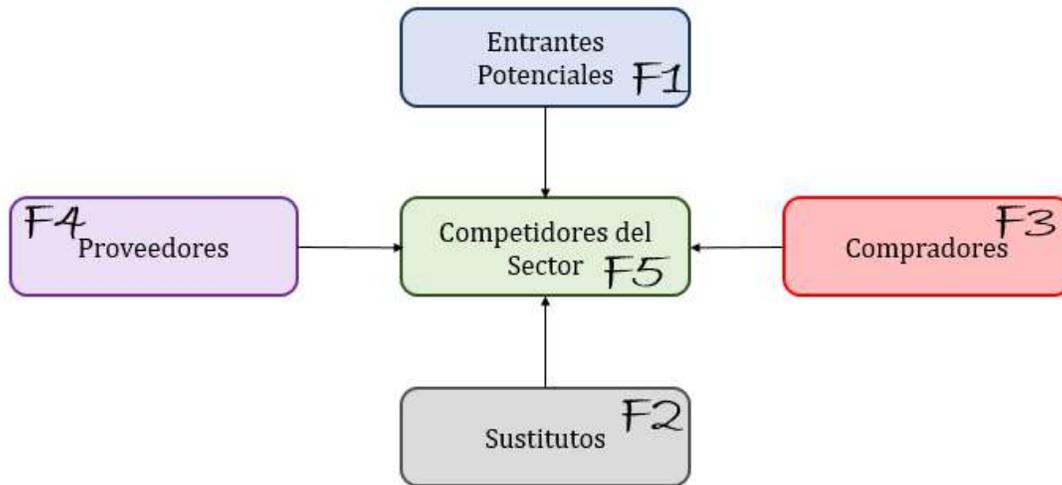


Figura 87 . Modelo de las 5 Fuerzas de Porter.
Fuente: 704 Ingeniería, C.A (2018)

Fuerza 1 – La amenaza de nuevos Competidores (Entrantes potenciales): debe considerarse que el presente proyecto se encuentra en la fase de selección de sitio geográfico, actualmente se mantiene la premisa de ser ejecutado en el estado de Texas en la ciudad de Houston, que posee un crecimiento en las obras de construcción considerablemente alto con respecto al resto de las regiones de los Estados Unidos. Este al ser un mercado potencial pueden existir competidores con características similares en tecnología y productos.

Fuerza 2 – La amenaza de productos y servicios sustitutos (Sustitutos): debido al alto nivel técnico del producto, que cumple con altos estándares de calidad y de normativas de seguridad para las edificaciones de envergadura, este difícilmente puede ser desplazado, la unidad de negocio se encontrará atendiendo un nicho de mercado.

Fuerza 3 – El poder negociación de los compradores o clientes (Compradores): debe ofrecerse la propuesta de valor a los potenciales clientes, realizando una labor de ventas organizada y planificada, para esto se debe acudir a asesores expertos en el área para lograr llegar de manera adecuada a estos segmentos.

Fuerza 4 – El poder de negociación con proveedores (Proveedores): se debe tener estrechas alianzas con los proveedores de maquinarias y de materia prima, esto para lograr negociaciones donde la unidad de negocio se vea beneficiada con la reducción de los precios a causa de una reducción de los costos de depreciación y de insumos.

Fuerza 5 – Rivalidad entre competidores (Competidores del Sector): frase clave en esta fuerza es agente diferenciador, para el caso de la nueva unidad de negocio, serán dos factores, el primero la alta calidad de los servicios, brindado apoyo a los clientes, un nivel de ingeniería respaldado en normas y buenas prácticas, control del proceso productivo y especial cuidado en los detalles. El segundo, la reducción en los costos administrativos y de mano de obra indirecta, gracias a esto puede reducirse el precio unitario del producto, haciendo que la organización 704 Ingeniería se abra paso entre la competencia en el mercado de suministro de ductería en acero galvanizado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivo 1. Visualizar el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado

Este objetivo fue logrado gracias a la aplicación del Canvas Open Business Model, en ella se plasmó y formalizó la idea de negocio, esto como dato de entrada para la realización del acta de constitución de proyecto (Project Charter) siendo el documento guía para la ejecución restante del proyecto, unificando criterios y sirviendo como base para las comunicaciones del equipo de proyectos y de la organización.

Se definió un alcance preliminar con cinco (5) paquetes de trabajo, distribuidos en Maquinaria e Inventario (\$ 315,000.00), Infraestructura Física (\$ 17,955.00), Infraestructura Digital (\$ 1,944.00), Arranque y Puesta en Marcha (60,750.00), Pre-Operaciones (\$ 301,140.00) y la Administración Profesional de Proyectos (\$ 77,421.00), la inversión estimada del proyecto (\$ 774,210.00) fue distribuido por analogía logrando un estimado de costos Clase V. Esto para un tiempo de ejecución preliminar estimado de 8.6 meses.

Objetivo 2. Conceptualizar el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado

Teniendo como entrada la idea formulada de la fase de visualización, se realizó un estudio de los conceptos a manejar de esta nueva unidad de negocio, creó el Macroproceso, desde la recepción de los requerimientos del cliente, pasando por la ingeniería a realizar en la sede de 704 Ingeniería en Venezuela, luego por las tres líneas de producción, clasificando los productos en ductos rectos, piezas de ductos (fittings) y soportería, todo esto monitoreado y controlado por un sistema BMS basado en la nube.

El análisis de tecnología fue realizado en esta fase considerándose tres escenarios, el primero bajo la concepción de baja automatización y gran cantidad de fuerza laboral, el segundo considerando un nivel de automatización media, y el tercer escenario de un nivel de automatización alto. La primera opción se descartó técnicamente, debido al manejo ineficiente del material y los altos costos operativos debido al pago de nóminas. El tercer escenario fue descartado por no ser factible financieramente requiriéndose una inversión inicial por encima de los valores presupuestados aprobados en el Project Charter, finalmente, la segunda opción cumplió con los parámetros establecidos en el aspecto financiero y técnico, con un nivel de automatización medio con capacidad de expansión sostenible.

También se ilustró con ayuda del Open Innovation Canvas el modelo de la unidad de negocio, identificando los principales retos y desafíos a superar una vez sea realizada la puesta en marcha del sistema productivo, proponiéndose una reestructuración del organigrama de la organización para la asignación de roles y responsabilidades.

Objetivo 3. Definir el plan de proyecto de la Fábrica de ductos en acero galvanizado.

Con la alternativa seleccionada, se realizó la definición del proyecto, con un plan de ejecución de proyecto, según el modelo usado por el “Betsi Cadwaladr University Health Board”. Se realizó una actualización en el alcance del proyecto, distribuyéndose ahora en seis (6) paquetes de trabajo Maquinaria e Inventario (\$ 484,020.00), Infraestructura Física (\$ 95,000.00), Infraestructura Digital (\$ 8,100.00), Arranque y Puesta en Marcha (40,069.00), Pre-Operaciones (\$ 62,600.00) y la Administración Profesional de Proyectos (\$ 77,421.00).

Una vez revisados los alcances de los trabajos, y acuerdos con los proveedores, se evidenció una reducción en los tiempos para la ejecución, pudiéndose lograr en 7 meses la culminación y puesta en marcha de la planta, considerando que el inicio del

proyecto es el en el mes de junio de 2018, este proyecto puede culminarse en diciembre 2018.

Recomendaciones:

- Se recomienda aplicar el PDRI para medir el índice de definición del proyecto.
- Antes de realizar la respectiva procura, debe seguirse al pie de la letra los lineamientos de la fase de Definición y realizar una ingeniería de detalle, para garantizar que la inversión inicial se encuentre dentro de los rangos presupuestados evitándose re-trabajos.
- Hacer uso del Canvas Business Model como herramienta de actualización constante de los aspectos del presente proyecto, una vez culminado realizar las comparaciones de la situación antes y después, de esta manera evidenciar el valor agregado y el proceso de transformación aportado.
- Se recomienda realizar un modelo de gestión de obras electromecánicas adaptada al ciclo de vida establecido por el CII Visualizar, Conceptualizar, Definir, Implementar y Operar.
- Para garantizar una expansión sostenible de toda la organización, se recomienda iniciar las labores para la conformación de una oficina de proyectos en 704 Ingeniería, para que esta gestione todo el Know-How generado en todas las unidades de negocio.

LECCIONES APRENDIDAS

| Área del Conocimiento | Académico | Práctico |
|-----------------------|--|--|
| Integración | <u>Canvas Business Model</u> : como herramienta de comparación entre la situación inicial del problema y luego de la aplicación de la investigación | <u>Canvas Business Model</u> : uso de la herramienta para establecer mesas de trabajo y aplicar la lluvia de ideas de manera colaborativa para la creación de la idea del negocio |
| Alcance | <p><u>Cambio de alcance</u>: se comprometieron los tiempos de la investigación debido a cambio de tema de desarrollo de Trabajo Especial de Grado de “Plan de Implementación para la Gestión de Obras Electromecánicas de 704 Ingeniería C.A” al presente tema.</p> <p>De esto resulta la importancia de sincerar el alcance en etapas tempranas del planteamiento de la situación problemática.</p> | <u>Cambio de alcance</u> : Como aprovechamiento de la oportunidad de establecer una nueva unidad de negocio, potenciando las fortalezas de 704 Ingeniería con una alta capacidad técnica, para así generar valor a los clientes. |
| Cronograma | Uso de herramienta Project para la estimación de tiempos de ejecución de proyecto | Análisis de actividades predecesoras para la reducción del tiempo estimado de ejecución del proyecto |
| Calidad | Aprendizaje de trabajo | Consulta de juicios de expertos |

| | | |
|----------------|--|--|
| | metodológico en la investigación, definiendo fases, y ejecutarlas según lo planificado, esto sustentado bajo investigaciones de distintos autores. | para la definición de los criterios de aceptación y criterios de calidad aplicables definidos en los diccionarios de EDT |
| Interesados | Realización del Trabajo Especial de Grado haciendo uso del nombre 704 Ingeniería, se ve beneficiada la organización haciéndola una empresa con facultad suficiente para la realización y aplicación de investigaciones, aumentando así el prestigio. | Realización de análisis exhaustivo y preciso para lograr captar nuevas ideas a través de los comentarios y experiencia de los interesados. |
| Recursos | Ejecución de la fase conceptualizar para el análisis de opciones y cómo afectan las variables de costos y talento humano en el proyecto. | Análisis de recursos tangibles e intangibles (software) para garantizar la operatividad de la fábrica de ductos. |
| Comunicaciones | El Trabajo Especial de Grado como herramienta para recopilar, crear y distribuir la información de la investigación | El proyecto como documento de comunicación del plan de acción para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización |
| Costos | Uso de herramienta Project para la estimación de costos. | Uso de flujo de caja proyectados para prever los desembolsos de dinero durante el ciclo de vida del proyecto |

| | | |
|---------------|---|---|
| Adquisiciones | Análisis de términos de contratos con proveedores (costo fijo). | Mejora de las relaciones con los proveedores potenciales para el suministro de equipos y herramientas al nuevo taller mecánico. |
| Riesgos | Gestionar planes de acción ante falta de información que comprometan la investigación | Aplicación de mesas de trabajo para la detección de riesgos para la ejecución del proyecto |

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulrahman Khalid Yussef, M. E. (2017). Front End Engineering Design for Large Industrial Projects: Industry Perceptions and State of Practice. California, United States of America: Ashwin Mahalingam, IIT Madras, Tripp Shealy, Virginia Tech, and Nuno Gil, University of Manchester.
- Anyanwu, C. (2016). Dynamic Entrepreneurial and Managerial Role in the Front End Loading (FEL) Phase for Sensing and Seizing Emerging Technologies. Beijing, China: University of International Business and Economics.
- Balestrini, M. (2001). Cómo se elabora el Proyecto de Investigación. Caracas, Venezuela: Editorial BL Consultores Asociados.
- Becerra, O. E. (Mayo de 2012). Curso-Taller: Elaboración de instrumentos de Investigación. Caracas, Venezuela.
- Cárdenas Camacho, N. M. (Enero de 2010). Plan Preliminar del Proyecto "Desarrollo de un Centro de Investigaciones en Orinoco Iron. Puerto Ordaz, Venezuela: UCAB.
- Cárdenas, N. M. (Enero de 2010). Plan Preliminar del Proyecto "Desarrollo de un Centro de Investigaciones en Orinoco Iron". Puerto Ordaz, Venezuela.
- Carrier, C. A. (1965). Handbook of Air Conditioning System Design. New York, United States of America: Mc Graw Hill.
- Chamoun, Y. (2002). Administración Profesional de Proyectos La Guía. México DF, México: McGraw-Hill.
- Cheng, T.-M. (August de 1996). Impact of Front-End-Loading on Construction Project Cash Flows - A Mathematical Approach for Determination of Unit Prices in Bidding. United States of America: Bell & Howell Information Company.
- CII, T. C. (April de 1995). Pre-Project Planning Handbook. Austin, Texas, United States of America: Construction Industry Institute™.
- Clements, G. &. (2012). Administración exitosa de proyectos. Distrito Federal, México: Cengage Learning.
- Haynes, M. (1992). Administración de proyectos. México: Grupo Editorial Latinoamericana.

- Homen Meléndez, A. M. (Junio de 2014). Desarrollo del Front End Loading del Proyecto de Sistema de Indicadores para la Coordinación Corporativa de Automatización, Tecnología de Información y Telecomunicaciones de Corpoelec. Caracas, Venezuela: UCAB.
- Kaplan & Norton, R. K. (2002). El cuadro de Mando Integral. Barcelona, España: Ediciones Gestión 200. S.A.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Méndez, C. E. (2001). Metodología. Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias Económicas, Contables, Administrativas. México: McGraw-Hill.
- Olivo, A. S., Pérez, J. G., & Sánchez, N. A. (2016). Aplicación de la Guía PMBOK para el Proyecto de Construcción de una Línea Automatizada de Fabricación de Ductos de Aire Acondicionado y Ventilación para la Empresa Refriamérica C.A. Caracas, Venezuela.
- Osterwalder, A. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Toronto, Canada: Wiley.
- Otávio Mansur Motta, O. L. (2014). Megaprojects Front-End Planning: The Case of Brazilian Organization of Engineering and Construction. Rio de Janeiro, Brasil: American Journal of Industrial and Business Management.
- PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body Of Knowledge. Newtown Square, Pennsylvania, United States of America: Project Management Institute, Inc.
- PMI, Project Management Institute. (Octubre de 2006). Código de Ética y Conducta Profesional.
- Rodríguez, Y. (2013). Propuesta de Mejora en la Gestión de Proyectos en el Venezolano de Crédito S.A., Banco Universal. Caracas, Venezuela.
- Tovar, J. V. (Junio de 2012). Metodología de Gerencia de Proyectos bajo enfoque Front-End-Loading (FEL). Caso de estudio: Departamento de Ingeniería de Sistemas. UNEXPO - CARACAS. Caracas, Venezuela.
- UPEL. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- Villafranca. (2002). Bases Legales de la Metodología de la Investigación. San Antonio de los Altos, Venezuela: Fundaca.

Weijde, G. V. (2008). Front-End Loading in the Oil and Gas Industry: Towards a Fit Front-End Development Phase. Países Bajos: Delft University of Technology.

Weiss, C. (2001). Investigación Evaluativa: métodos para determinar la eficiencia de los programas de acción. México: Editorial Trillas.

ANEXOS

Anexo A. Descripciones de Cargos para el FEL

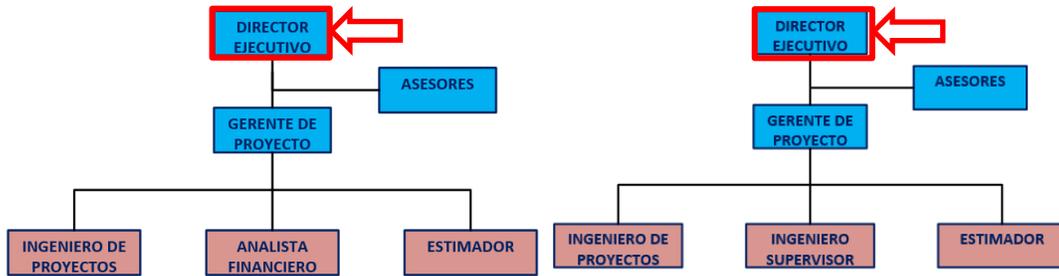
Anexo A.1 Descripción del Puesto: Director Ejecutivo

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | |
|--|--|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | |
| Título del Puesto: Director Ejecutivo | Fecha: 01 abril de 2018 |
| Ocupante: José García | Preparado por: Armando Guevara |
| Departamento / División: Dirección Ejecutiva | Aprobado por: José García |
| Subordinado por: - | |
| PROPÓSITO GENERAL | |
| Dirigir y comunicar a agentes externos la participación de la empresa, objetivos y logros de la misma, así como la gestión de la organización y los empleados. Tomar las decisiones de alto nivel sobre política y estrategia empresarial. Asesorar a los inversionistas, motivar a los empleados y realizar, en caso de requerirlo, cambios en la estructura organizativa. Además de ser garante de las negociaciones de obras electromecánicas y promover planes de acción que apunten a una mejora continua en la empresa. | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS - RETOS | |
| <ul style="list-style-type: none">- Crear la visión y estrategia de la compañía y comunicar a todos los actores de la organización.- Realizar la toma de decisiones para la alternativa adecuada a aplicar en los proyectos según estudios de factibilidad previos y análisis de riesgos correspondiente.- Aplicar estrategias adecuadas orientadas al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.- Supervisa la planificación, implementación, monitoreo y control de todos los proyectos.- Administrar, asignar, aprobar recursos financieros y activos solicitados por los Gerentes de Proyectos.- Garantizar un ambiente de trabajo positivo, saludable y seguro para el personal y miembros colaboradores.- Garantizar que la organización cumpla con todas las leyes relativas a impuestos y otros. | |

| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
|---|---|---|
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Realizar negociaciones con potenciales clientes que requieran de los productos y servicios (instalaciones electromecánicas) de la organización. | Adquisición de contratos de obras electromecánicas (HVAC). | -Cantidad de oportunidades de negocio (solicitudes de presupuesto de obra) -Cantidad de instalaciones realizadas al año. -Ingresos por ventas de sistemas mecánicos y fabricación. -Cantidad de Contratos. |
| Administrar los recursos financieros, activos (tangibles e intangibles) | Mantención del capital en la organización y esta sea saludable financieramente. | -Variaciones del flujo de caja real con respecto al proyectado -VPN y TIR -Cantidad de nuevas inversiones. |
| Motivar al talento humano y potenciar sus habilidades | Personal retenido en la organización con alto nivel de compromiso | -Número de trabajadores en la organización -Cantidad de planes de mejora profesional y líneas de carrera aplicadas. -Índice de rotación de personal. |
| DIMENSIONES DEL PUESTO | | |
| <p><i>Supervisión:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Este puesto contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.</i> <p><i>Tiene responsabilidad directa sobre los siguientes presupuestos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Inversiones (Ingresos):</i> <i>Retornos de la Inversión de Proyectos</i> • <i>Gastos (Egresos):</i> <i>Viajes a sitio para las negociaciones</i> <i>Manejo de recursos materiales, activos y talento humano.</i> | | |

NATURALEZA Y ALCANCE

Organigrama – Relación Interna



- Este puesto reporta directamente a los inversionistas de la organización

Relaciones con el Exterior

Clientes / Proveedores / Inversionistas / Asesores.

Anexo A.2 Descripción del Puesto: Gerente de Proyectos.

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | | |
|--|---|---|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | | |
| Título del Puesto: Gerente de Proyectos | Fecha: 01 abril de 2018 | |
| Ocupante: Armando Guevara | Preparado por: Armando Guevara | |
| Departamento / División: División Gerencial | Aprobado por: José García | |
| Subordinado por: Director Ejecutivo | | |
| PROPÓSITO GENERAL | | |
| Dirigir y gestionar al equipo responsable de alcanzar los objetivos del proyecto, cumplir las necesidades de las tareas, las necesidades del equipo y necesidades individuales, ser el nexo de unión entre la estrategia trazada por la Directiva y el equipo de proyecto para el logro de los objetivos estratégicos, por tanto, la organización logre de manera efectiva una adecuada respuesta ante los cambios del entorno, la competencia y el mercado. | | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS – RETOS | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Poseer conocimientos y experticia suficiente sobre la dirección de proyectos. - Tener un alto desempeño, mostrando lo que es capaz de hacer o lograr cuando aplica los conocimientos sobre la dirección de proyectos. - Poseer una actitud ética y de unión entre los responsables cuando se ejecuta las actividades relacionadas al proyecto. - Gozar de eficacia personal, con actitudes y aptitudes basadas en el liderazgo para proporcionar la guía necesaria del equipo de proyectos para el cumplimiento de los objetivos de manera exitosa. - Gestionar y coordinar los asesores de los proyectos, en áreas de IT, procura, infraestructura, legal, etc. | | |
| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Iniciar, Planificar, Ejecutar, Monitorear y Controlar y Cerrar Proyectos generados en la organización | VARIABLES de Alcance, Tiempo, Costos, Calidad dentro de los valores previstos o con variaciones mínimas aceptables. | -Cantidad de proyectos culminados de manera exitosa. -Cantidad de no conformidades en los proyectos. |
| Administrar los recursos financieros, activos asignados a los | Mantenimiento del capital de los proyectos garantizando que los | -Variaciones del flujo de caja real con respecto al proyectado. |

| | | |
|---|---|--|
| proyectos (tangibles e intangibles) | indicadores financieros reales del proyecto se encuentre en los márgenes aceptables | -VPN y TIR de los proyectos |
| Motivar al talento humano y potenciar sus habilidades durante la ejecución de los proyectos | Personal retenido en los proyectos con alto nivel de compromiso al cumplimiento de los objetivos. | -Número de trabajadores en el proyecto -Número de conflictos generados. -Índice de solución de conflictos. |

DIMENSIONES DEL PUESTO

Supervisión:

- *Este puesto contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.*

Tiene responsabilidad directa sobre los siguientes presupuestos:

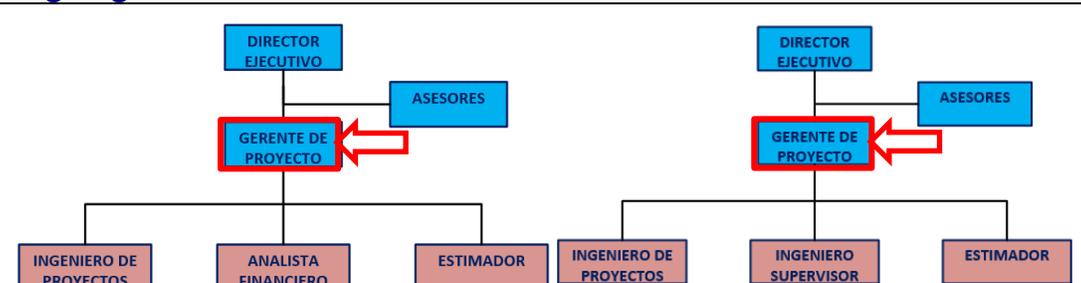
- *Inversiones (Ingresos):
Retornos de la Inversión de Proyectos*
- *Gastos (Egresos):*

Contrataciones de servicios profesionales especializados.

Manejo de recursos materiales, activos y talento humano asignado orientado al cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

NATURALEZA Y ALCANCE

Organigrama – Relación Interna



- Este puesto reporta directamente al director ejecutivo.

Relaciones con el Exterior

Clientes / Proveedores / Inversionistas / Asesores.

Anexo A.3 Descripción del Puesto: Ingeniero de Proyectos.

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | | |
|---|--|---|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | | |
| Título del Puesto: Ingeniero de Proyectos | Fecha: 01 abril de 2018 | |
| Ocupante: Alexandra González Ligia Sánchez | Preparado por: Armando Guevara | |
| Departamento / División: Proyectos | Aprobado por: José García | |
| Subordinado por: Gerente de Proyecto | | |
| PROPÓSITO GENERAL | | |
| Realizar los trabajos de soluciones técnicas apuntando a la excelencia logrando hacer todas las actividades de manera efectiva sin enmiendas, repetir trabajos y sin agotar recursos en cada una de sus iniciativas para desarrollar sus labores. Debe enfocarse en los objetivos de los proyectos y empresariales. | | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS – RETOS | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento técnico de alto nivel orientado a la solución de problemas de ingeniería. - Planificar y controlar el trabajo que es llevado a cabo en el ciclo de vida de los proyectos. - Motivar al resto del equipo de proyectos para alcanzar una mayor productividad durante los proyectos. - Habilidades internas y de aprendizaje rápido ante las nuevas tecnologías. | | |
| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Preparación de informes, estudios, cálculos, presentaciones y toda documentación exigida en los proyectos. | Documentación técnica generada de alto nivel, precisa y lo suficientemente explicativa para el entendimiento de los clientes de la organización. | -Tiempo de ejecución de documentos -Cantidad de documentos generados por proyecto. -Índice de no conformidades en los documentos. |
| Proponer soluciones a los problemas de ingeniería que surjan en los proyectos. | Propuestas innovadoras que estén enmarcadas a las realidades y que estén dentro de presupuesto | -Cantidad de Propuestas realizadas -Índice de aprobación de propuestas. |

| | | |
|---|--|--|
| Interpretar documentos técnicos recibidos y brindar asistencia técnica requerida para los proyectos | Soluciones técnicas que cumplan con los requerimientos del proyecto. | -Índice de cumplimiento de Alcances -Índice de no conformidades en los proyectos. |
|---|--|--|

DIMENSIONES DEL PUESTO

Supervisión:

- *Este puesto no contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.*

Tiene responsabilidad indirecta sobre los siguientes presupuestos:

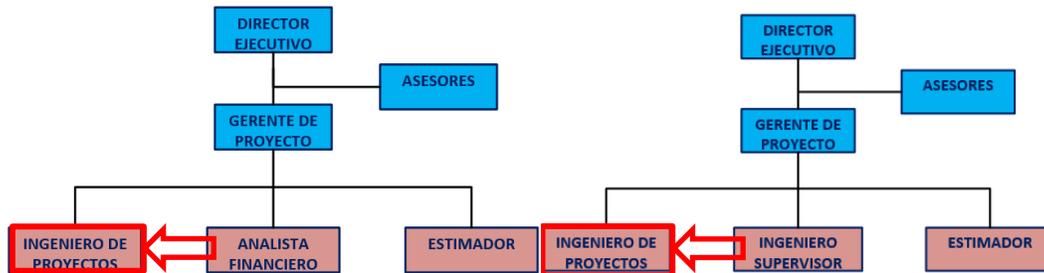
- *Inversiones (Ingresos):
Retornos de la Inversión de Proyectos*
- *Gastos (Egresos):*

Contrataciones de servicios profesionales especializados.

Manejo de recursos materiales, activos y talento humano asignado orientado al cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

NATURALEZA Y ALCANCE

Organigrama – Relación Interna



- Este puesto reporta directamente al Gerente de Proyectos y de manera indirecta al Analista Financiero y Estimadores.

Relaciones con el Exterior

Cientes / Proveedores / Asesores.

Anexo A.4 Descripción del Puesto: Analista Financiero.

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | | |
|---|--|---|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | | |
| Título del Puesto: Analista Financiero | Fecha: 01 abril de 2018 | |
| Ocupante: Soraya Rodríguez | Preparado por: Armando Guevara | |
| Departamento / División: Finanzas | Aprobado por: José García | |
| Subordinado por: Gerente de Proyectos | | |
| PROPÓSITO GENERAL | | |
| Realizar los análisis financieros correspondientes a las opciones técnicas generadas y propuestas en el proyecto. Apoyar al equipo de proyecto sobre el impacto financiero de las soluciones de ingeniería, y realización de análisis de sensibilidad para la proyección de situaciones financieras, de esta manera, gestionar con mejor precisión los riesgos asociados. | | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS – RETOS | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento financiero de alto nivel orientado a la visualización de riesgos. - Planificar y controlar el trabajo que es llevado a cabo en el ciclo de vida de los proyectos. - Motivar al resto del equipo de proyectos para alcanzar una mayor productividad durante los proyectos. - Habilidades internas y de aprendizaje rápido ante las nuevas tecnologías. | | |
| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Preparación de informes, estudios, cálculos, presentaciones y toda documentación exigida en los proyectos. | Documentación técnica generada de alto nivel, precisa y lo suficientemente explicativa para el entendimiento de los clientes de la organización. | -Tiempo de ejecución de documentos -Cantidad de documentos generados por proyecto. -Índice de no conformidades en los documentos. |
| Detectar puntos críticos para las inversiones y convertir estos en riesgos medibles | Riesgos medibles | -Cantidad de Riesgos documentados. -Cantidad de Planes de acción asociados a los riesgos |

DIMENSIONES DEL PUESTO

Supervisión:

- *Este puesto no contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.*

Tiene responsabilidad indirecta sobre los siguientes presupuestos:

- *Inversiones (Ingresos):*
Retornos de la Inversión de Proyectos
- *Gastos (Egresos):*

Contrataciones de servicios profesionales especializados.

Manejo de recursos materiales, activos y talento humano asignado orientado al cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

NATURALEZA Y ALCANCE

Organigrama – Relación Interna



- Este puesto reporta directamente al Gerente de Proyectos y de manera indirecta al Ingeniero de Proyectos y Estimadores.

Relaciones con el Exterior

Clientes / Proveedores / Asesores.

Anexo A.5 Descripción del Puesto: Estimador.

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | | |
|--|---|---|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | | |
| Título del Puesto: Estimador | Fecha: 01 abril de 2018 | |
| Ocupante: Enrique Merchán | Preparado por: Armando Guevara | |
| Departamento / División: Proyectos | Aprobado por: José García | |
| Subordinado por: Gerente de Proyectos | | |
| PROPÓSITO GENERAL | | |
| Realizar estimaciones aproximadas de los recursos monetarios necesarios para lograr completar las actividades del proyecto. | | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS – RETOS | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Conducir juicios de expertos financieros y técnicos. - Comprender y Aplica en las practicas principales técnicas de Estimación. - Calcular y Analizar las reservas presupuestarias. - Calcular los costos asociados a distintos planes de acción - Realizar análisis de sensibilidades de riesgos. - Participar en procesos de contratación en sus análisis de ofertas. | | |
| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Generar las estimaciones de costos asociados a las actividades | Excelentes niveles de precisión en las estimaciones de costos y presupuestos de los proyectos | -Cantidad de estimaciones realizadas durante el año. -Porcentaje de error en las estimaciones realizadas -Resultados de auditorías de costos. |
| Generar y Actualizar las bases de las estimaciones | Bases de las estimaciones confiables y trazables | -Bases Generadas -Bases Actualizadas |
| Actualizar los documentos del proyecto cuando es requerido | Actualizaciones Prontas y oportunas | -Actualizaciones en los documentos del Proyecto. |

DIMENSIONES DEL PUESTO

Supervisión:

- *Este puesto no contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.*

Tiene responsabilidad indirecta sobre los siguientes presupuestos:

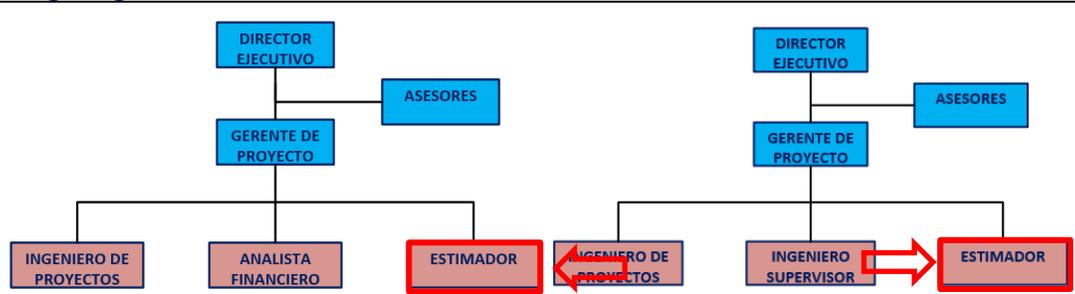
- *Inversiones (Ingresos):*
Retornos de la Inversión de Proyectos
- *Gastos (Egresos):*

Contrataciones de servicios profesionales especializados.

Manejo de recursos materiales, activos y talento humano asignado orientado al cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

NATURALEZA Y ALCANCE

Organigrama – Relación Interna



- Este puesto reporta directamente al Gerente de Proyectos y de manera indirecta al Ingeniero de Proyectos y Analista Financiero.

Relaciones con el Exterior

Clientes / Proveedores / Asesores.

Anexo A.6 Descripción del Puesto: Ingeniero Supervisor.

| DESCRIPCIÓN DEL PUESTO | | |
|---|--|---|
| Empresa: 704 Ingeniería. C.A. | | |
| Título del Puesto: Ingeniero Supervisor | Fecha: 01 abril de 2018 | |
| Ocupante: Oriana Bastidas | Preparado por: Armando Guevara | |
| Departamento / División: Proyectos | Aprobado por: José García | |
| Subordinado por: Gerente de Proyectos | | |
| PROÓSITO GENERAL | | |
| Realizar las labores de supervisión asegurando que las actividades se encuentren dentro del alcance, costos, y calidad establecidos para lograr completar las actividades del proyecto. | | |
| PRINCIPALES DESAFÍOS – RETOS | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Conducir juicios de expertos financieros y técnicos. - Comprender y Aplica en las practicas principales técnicas de supervisión y liderazgo. - Asegurar la calidad de los proyectos según lineamientos realizados en la ingeniería. - Participar en procesos de contratación en sus análisis de ofertas. | | |
| PRINCIPALES AREAS DE RESPONSABILIDAD | | |
| Acciones | Resultado Final Esperado | Indicadores de Efectividad del Desempeño |
| Generar reportes de avances de obra, y registro de cambios | Reportes completos y con toda la información generada de los proyectos | -Cantidad de estimaciones realizadas durante el año. -Porcentaje de error en las estimaciones realizadas -Resultados de auditorías de costos. |
| Generar y Actualizar las líneas bases de costos, cronograma y alcance de los proyectos. | Bases de costos, cronograma y alcance confiables y trazables | -Líneas Bases Generadas -Líneas Bases Actualizadas |
| Actualizar los documentos del | Actualizaciones Prontas y oportunas | -Actualizaciones en los documentos del |

| | | |
|--|--|-----------|
| proyecto cuando es requerido | | Proyecto. |
| DIMENSIONES DEL PUESTO | | |
| <p><i>Supervisión:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Este puesto contempla responsabilidades supervisorias directas sobre el personal.</i> <p><i>Tiene responsabilidad indirecta sobre los siguientes presupuestos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Inversiones (Ingresos):</i> <i>Retornos de la Inversión de Proyectos</i> • <i>Gastos (Egresos):</i> <i>Contrataciones de servicios profesionales especializados.</i> <i>Manejo de recursos materiales, activos y talento humano asignado orientado al cumplimiento de los objetivos de los proyectos.</i> | | |
| NATURALEZA Y ALCANCE | | |
| Organigrama – Relación Interna | | |
| <pre> graph TD DE[DIRECTOR EJECUTIVO] --- GP[GERENTE DE PROYECTO] DE --- A[ASESORES] GP --- IP[INGENIERO DE PROYECTOS] GP --- IS[INGENIERO SUPERVISOR] GP --- EST[ESTIMADOR] IP ==> IS </pre> | | |
| <p>- Este puesto reporta directamente al Gerente de Proyectos y de manera indirecta al Ingeniero de Proyectos y al Estimador.</p> | | |
| Relaciones con el Exterior | | |
| Clientes / Proveedores / Asesores. | | |