

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE
EJECUCION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE REDES DE GAS
NATURAL EN LA EMPRESA ECA LTDA MEDIANTE LA SOLUCION DE LA
CADENA CRÍTICA**

VANESSA LAMBRAÑO BLANCO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
MINOR EN TOC
CARTAGENA DE INDIAS
2008**

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE
EJECUCION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE REDES DE GAS
NATURAL EN LA EMPRESA ECA LTDA MEDIANTE LA SOLUCION DE LA
CADENA CRÍTICA**

VANESSA LAMBRAÑO BLANCO

**Trabajo de investigación presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Industrial.**

**Ing. JAIME MARUN CHAGIN
Director de Monografía**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
MINOR EN TOC
CARTAGENA DE INDIAS
2008**

DEDICATORIA

A Dios, por colocar ante mí a las personas más maravillosas del mundo, quienes me enseñaron lo importancia de luchar por mis sueños y alcanzar mis metas, a todas esas personas que de alguna forma u otra me hicieron ver que nadie podía decirme cuán lejos podía llegar, ya que eso solo me corresponde a mi definirlo. Personas como:

Mi mama, la mejor madre del mundo.

Mi papá y mis hermanos, por la colaboración y acompañamiento en los momentos más intensos de mi desarrollo profesional.

A mi novio, Wilington Usme, por su apoyo y animo incondicional. Gracias mi amoshi.

Mis amigos, por hacerme ver la real importancia de cada cosa, por mostrarme las oportunidades ocultas dentro de cada problema.

A la UTB y todas las personas, familiares, compañeros y conocidos que aportaron su granito de arena para hacerme lo que hoy soy.

A todos muchas Gracias!

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCION	
1. CAPITULO I: INTRODUCCION	9
1.1 EL GAS NATURAL EN COLOMBIA	9
1.1.1 El Gas Natural En Cartagena	10
1.2 CONSTRUCCION DE REDES DE POLIETILENO PARA EL SUMINISTRO DE GAS NATURAL EN CARTAGENA	15
1.2.1 Empresas Del Sector	23
1.3 INTRODUCCION AL TEMA	23
1.3.1 Descripcion Del Problema	23
1.3.2 Formulación Del Problema	24
1.4 JUSTIFICACION	24
1.5 OBJETIVOS	26
1.5.1 General	26
1.5.2 Específicos	26
2. CAPITULO II: MARCO TEORICO	28
2.1 GERENCIA DE PROYECTOS	28
2.1.1 Red De Proyectos	29
2.1.2 Cadena Critica	29
2.1.3 Modelos Matemáticos – PERT y CPM	30
2.1.4 Ley De Parkinson	32
2.1.5 Recursos Con Multi-Tareas	33
2.2 AMBIENTE MULTI-PROYECTOS	33

2.2.1	Programación Escalonada De Proyectos	34
2.3	ADMINISTRACION DE AMORTIGUADORES	34
2.4	MEDICIONES	35
3	CAPITULO III: GENERALIDADES DE LA EMPRESA ECA LTDA.	36
3.1	IDENTIFICACION	36
3.1.1	Sistema de Gestión Integral	37
3.2	POLÍTICA DE GESTIÓN	37
3.2.1	Objetivo	38
3.2.2	Misión	39
3.2.3	Visión	39
3.2.4	Valores Institucionales	39
3.3	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	40
3.3.1	Organigrama	40
3.4	AMBIENTE DE LA EMPRESA ECA LTDA	41
3.4.1	CLIENTES	41
3.4.2	RECURSOS	42
3.4.3	PROVEEDORES	44
3.5	MANUAL DE PROCESOS	44
3.5.1	Sistemas Integrales De Operación	45
3.6	PROYECTOS	47
3.6.1	Generalidades	47
3.6.2	Proyectos De Redes: Troncales y Anillos	49
3.6.3	Descripción Del Manejo De Proyectos de Redes	51
3.7	PLAN DE CALIDAD	51
3.7.1	Ciclo PDCA	51
4.	CAPITULO IV: SITUACION ACTUAL	53
4.1	¿QUE CAMBIAR EN ECA LTDA?	53

4.1.1	PERT	55
4.1.2	Nubes De Quejas	58
4.1.3	Seguridad en Estimaciones	69
4.1.4	Ambiente Multi-Proyectos	71
4.1.5	Malas Multi-Tareas	71
4.1.6	¿Qué Cambiar?	72
5.	CAPITULO V: DIRECCION DE LA SOLUCION	73
5.1	¿HACIA QUE CAMBIAR?	73
5.1.1	Solucion Del Vicio De Las Multi-Tareas	74
5.1.2	Programacion Escalonada	75
5.1.3	El Lugar Apropiado De La Seguridad	80
5.2	EL METODO DE LA CADENA CRITICA	82
5.2.1	Gerencia De Amortiguadores	90
5.2.2	Mediciones	91
6.	CAPITULO VI: INDUCCION DEL CAMBIO EN ECA LTDA.	94
6.1	GUIA PARA LA IMPLEMENTACION	94
6.1.1	Cronograma de implementación de la solución de la cadena critica para mejorar el tiempo de entrega de los proyectos	95

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo fundamental, el diseño de una propuesta de disminución en tiempos de ejecución en proyectos de gasificación, dirigido a la empresa ECA Ltda. La investigación se enmarco bajo la implementación de la solución de la cadena crítica y la administración de amortiguadores, utilizando los procedimientos existentes para la ejecución de los proyectos históricos de la empresa. En ECA Ltda., contratista de la empresa surtidora de gas de Cartagena (SURTIGAS S. A.), se ha mantenido un alto nivel de preferencia ante la competencia por parte del cliente en mención, debido al cumplimiento y la calidad de los procesos que esta realiza. Pero aun así, dentro del mejoramiento continuo de la empresa, se hace necesaria la consolidación periódica de dicha preferencia. Dicho nivel se podría afectar debido a la creciente competencia, lo cual también ayuda a evidenciar la necesidad de crear una ventaja competitiva que mantenga o mejore el nivel de aceptación de la empresa, basándose en la reducción de tiempos de ejecución, la eliminación de tiempos muertos y la inclusión de los amortiguadores correspondientes según la necesidad del proceso dentro del proyecto. El diseño de la propuesta, se centro en datos históricos de la empresa y con esto se aspira generar una ventaja competitiva solida y estable sobre la calidad y los tiempos de entrega de los proyectos de la empresa.

INTRODUCCION

En la actualidad se observan cambios tendenciales en cuanto a la forma en que las empresas llevan a cabo la planeación, ejecución y supervisión de los proyectos que realizan, y es debido a esta tendencia que se hace necesaria la introducción de estrategias de mejora en procesos, con el fin de lograr un posicionamiento en el mercado o de mantenerse vigentes en el mismo.

La confiabilidad de las empresas contratistas del sector, construcción de redes de polietileno para el suministro de gas natural, va representada por el nivel que alcanzan los contratos o las asignaciones de actividades diarias o, lo que nos concierne, los proyectos que estas logran durante un periodo específico, lo cual se alcanza gracias al cumplimiento con las fechas de entrega pactadas.

Lo que se busca es representar el modelo actualmente utilizado en la empresa, para la ejecución de los proyectos que se realizan y establecer una estrategia, mediante la solución de la cadena crítica, que permita mantener o aumentar el nivel de aceptación, en cuanto a lo que respecta al cliente, ante la competencia. Lo que se busca es la generación de una ventaja competitiva.

Esta ventaja competitiva se desarrollara teniendo en cuenta los resultados que se obtienen en la empresa con el modelo actual y el contraste entre los resultados que se podría obtener de llegar a implementar la solución de la cadena crítica y la administración de amortiguadores. También se tendrá en cuenta que la confiabilidad de la empresa está en un nivel alto, lo que la mantiene como la preferida por SURTIGAS S. A. en calidad de cliente. Esto no se pretende afectar negativamente, simplemente se busca generar puntos a favor de la compañía que de una forma u otra demuestren el atractivo de la misma para el mercado clientes y así consolidar mayormente su liderazgo ante la competencia.

1. CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 EL GAS NATURAL EN COLOMBIA¹

En Colombia y en el mundo el Gas Natural se obtiene directamente de yacimientos naturales, casi siempre asociado a los yacimientos petrolíferos, con poca necesidad de manufactura y se transporta a través de gasoductos a lo largo de grandes distancias.

El desarrollo de la industria del gas natural en Colombia es reciente. Si bien hubo aprovechamientos limitados del hidrocarburo desde los años 50, su uso masivo se inició a mediados de los años 70 con el aprovechamiento del gas descubierto en la región de la Costa Atlántica de Colombia (en los yacimientos ubicados en La Guajira) con el fin de sustituir fuel oil exportable que se consumía entonces en la generación térmica de la Costa Atlántica. En 1986, con el Programa de Gas para el Cambio, se aceleró la extensión del servicio de gas a los centros urbanos de esa región y a otros en las áreas cercanas a los campos en producción en el Interior del país. En la actualidad, el mercado de la Costa Atlántica está prácticamente saturado, integrado con una amplia red de transporte a lo largo del litoral Caribe.

Desde comienzos de los años 90 se ha venido ejecutando en Colombia el Plan de Masificación del Gas Natural, cuya principal componente consiste en la infraestructura de transporte, la cual se extiende hoy en día desde los campos en producción hasta los principales centros de consumo. Durante la ejecución del plan, este se ha visto complementado por la ampliación de las reservas, merced a nuevos hallazgos del hidrocarburo en el pie de monte de los Llanos Orientales,

¹ Recopilaciones de: <http://race.nuca.ie.ufrj.br/PaperArquivo/fbaduen1.pdf> - http://www.upme.gov.co/Docs/Chain_Gas_Natural.pdf - <http://www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/212/21208706.pdf>

por la puesta en marcha de un Marco Regulatorio para el servicio público de gas combustible por tubería y por la dinámica de las nuevas demandas, particularmente en el sector termoeléctrico para el cual, en los últimos cuatro años se han instalado 1544 MW en nuevas centrales a gas, sobre un total de 2985 MW a diciembre de 1999 (25.7% del total de la capacidad instalada).

En la actualidad, las actividades de producción, comercialización, transporte y distribución pueden ser desarrolladas por empresas públicas, privadas o mixtas, nacionales o extranjeras. Pero, con el fin de prevenir abusos originados en posiciones dominantes, se limita la participación accionaria máxima entre las diferentes empresas del sector. En particular, en la producción, Ecopetrol participa independientemente y en asociación con empresas privadas. Las empresas privadas participan solo en asociación con Ecopetrol, asumiendo el riesgo exploratorio y, una vez que se declara la comercialidad de un descubrimiento, entra Ecopetrol como socio inversionista en el desarrollo del campo.

1.1.1 El Gas Natural En Cartagena

Aunque en Cartagena existen varias empresas dedicadas a la instalación de redes de polietileno y al mantenimiento de las mismas, lo cual se describirá más adelante, solo existe una empresa que se encarga del suministro de Gas Natural a las partes interesadas y es esta empresa la que, a su vez, contrata a los encargados del proceso de construcción de gasoductos y los procesos adyacentes, propios de la misma actividad, para lograr la llegada eficiente del Gas Natural hasta el usuario final. Esta empresa se encuentra bajo la razón social de SURTIGAS S.A.

A continuación se hace un poco de énfasis en la historia y algunas características de la empresa en mención, bajo una breve descripción:

“Surtidora de Gas del Caribe S.A. E.S.P. es una sociedad creada en agosto del año 1968, comenzó sus operaciones inicialmente con el objetivo de almacenamiento y distribución de gas propano en cilindros y carro-tanques en las ciudades de Cartagena y Sincelejo.

A su inicio SURTIGAS comenzó con el nombre de POCHEGAS LTDA. Luego entro el grupo COLGAS creándose más tarde la firma SURTIGAS. La planta de llenado estaba situada en Mamonal en una casa campestre cedida por Ecopetrol, donde laboraban seis llenadores, un técnico, un jefe de planta un auxiliar y una secretaria con unas condiciones fuera de serie donde animales salvajes (culebras y cangrejos) se paseaban tranquilamente todos los días por las oficinas, y en el centro de la ciudad en la histórica calle del candilejo se encontraba la gerencia, las cajas de pago y el departamento de contabilidad, con un horario de lunes a sábado de 7 a. m. Hasta las 3. p.m. Luego se construyó una sede propia ubicada el kilómetro 8 de la zona industrial de Mamonal, un edificio de dos planta dando los primeros pasos al Gas Natural, además se contaba con una moderna planta de llenado de cilindros de propano y llenados de cisternas o carro-tanque.

A finales del año 1979 la Compañía fue autorizada por el ministerio de minas para poner en funcionamiento un plan piloto de distribución de gas natural en la ciudad de Cartagena, en los barrios de Alto Bosque, Pie de la Popa, Bocagrande, Castillo Grande y Laguito, con tan excelentes resultados, permitiendo que el servicio se hiciera extensivo a gran parte de la ciudad de Cartagena, logrando hasta la fecha una cobertura del 87% de la población con niveles de atención a los sectores Comercial, Industrial y otros usos del gas como el relacionado con acondicionador Para el año de 1984 adelantó la construcción del Gasoducto de la ciudad de Sincelejo con un cubrimiento, en la actualidad del 98% del municipio. Desde 1990 y gracias a los programas de Masificación del Gas Natural, el cual está destinado a mejorar la oferta de energía a los usuarios residenciales; promover la

conservación y uso racional de los recursos energéticos, SURTIGAS adelantó una campaña agresiva de extensión del servicio en gran número de 32 poblaciones de los Departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, destacándose la ciudad de Montería y la agencia de Cereté y su importante sector industrial. Desde el año 1991 la empresa se ha dedicado exclusivamente al negocio de distribución del gas natural, pues sus intereses comerciales de gas propano fueron cedidos a compañías del ramo. En la fecha continua su objetivo de extensión de acuerdo a los lineamientos del programa de Gasoductos Regionales en los Departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba. El auge y desarrollo de la organización corporativa de la Empresa comienza a partir del año 1989 con implementación de modernos programas de gestión administrativa.”²

Las últimas noticias referentes a SURTIGAS se destacan en el siguiente artículo publicado por la prensa local de la ciudad de Cartagena el viernes 08 de agosto del 2008.

“Después de celebrar sus 40 años llevando el servicio de gas domiciliario a más de 438 mil usuarios en Bolívar, Córdoba y Sucre, la Surtidora de Gas del Caribe (SURTIGÁS) se apresta a incursionar de manera directa en los mercados de Panamá y Perú.

El anuncio fue hecho por el gerente general de esa empresa, Luis Guillermo Otoy Gerds, durante los actos de celebración de las cuatro décadas de actividades de esa empresa, considerada como la mejor en el escalafón de prestadoras de servicios públicos en la Costa Caribe.

² Tomado de:

www.bancodecredito.com.co/publico/segmentos/empresas/inversion/Infor_tenedores/surtigas/59_Surtigas_S.pdf

“Visualizamos llegar al exterior como prestadores de servicio de gas natural domiciliario y negocios afines: conducción, gasoductos, financiación no bancaria. La idea es llevar lo que aprendimos en nuestro mercado natural, donde nos acercamos a la excelencia, e incursionar con esa experiencia en el exterior”, dijo el ejecutivo de SURTIGÁS.

Otoya dijo que a esos nuevos mercados se llegará a través de alianzas con empresarios de esos países, ya que la empresa no cree en las “invasiones”. Dentro de esas alianzas, en algunos casos se incursionará como SURTIGÁS y en otros a través de PROMIGÁS.

Aclaró que SURTIGÁS ya está en Perú (en las ciudades de Lima y Callao), a través de PROMIGÁS, empresa costeña de la que SURTIGÁS es su filial. Allí se realizaron los diseños para el servicio de gas domiciliarios. En cuanto a Panamá, se espera definir el tema, sostuvo Otoya Gerds.

PLANES EN LA COSTA

Para la Costa Caribe, SURTIGÁS prevé para la próxima década seguir el desarrollo sus negocios en 52 nuevas poblaciones, que se sumarán a las 72 que hoy atiende en los tres departamentos con el servicio de gas natural domiciliario, y en algunas de ellas con la financiación no bancaria.

INCENTIVOS A LOS CLIENTES

El máximo vocero de esta compañía también anunció incentivos para los usuarios de la región. Se trata de un programa que permitirá sortear tres casas, por un valor unitario cercano a los 70 millones de pesos, una en cada uno de los tres distritos en que está dividida la empresa en la Costa (Bolívar, Córdoba y Sucre).

La meta de SURTIGÁS en el mediano plazo es alcanzar los 500 mil usuarios en la Costa Caribe y estar activos en los negocios en el exterior.

Finalmente, Otoya mostró su satisfacción por los 40 años de la empresa, precisando que “se nota el fruto del trabajo que hemos realizado”.

CERTIFICACIÓN

SURTIGÁS se convirtió desde el miércoles en la primera distribuidora y comercializadora de Gas Natural de la Costa Caribe y del país en lograr la certificación OHSAS 18001:2007, lo que significa que desarrolla procesos limpios, eficientes y seguros en cada una de sus actividades diarias.

La entrega de la certificación se hizo el miércoles en la noche, en la celebración de los 40 años de esa surtidora de gas, en el Teatro Heredia.

La firma ICONTEC fue la encargada de entregar la certificación y para ello estuvo presente en el acto su director ejecutivo, Fabio Tobón Londoño.

“Estamos acorde con las tendencias nacionales e internacionales de certificación, con el propósito de generar la sostenibilidad del negocio en el largo plazo y demostrar una vez más nuestro compromiso ante los usuarios, clientes, organismos de control, colaboradores, comunidad en general y demás partes interesadas, en materia de control de riesgos y adopción de medidas preventivas para el mejoramiento en la prestación del servicio”, dijo Luis Guillermo Otoya Gerds, gerente general de SURTIGÁS.”³

Se puede apreciar que esta empresa se encuentra muy bien consolidada y que trabaja siempre por el mejoramiento continuo de sus procesos, brindando productos y servicios de calidad.

³ Tomado de: http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080808/ctg_eco_surtigas_a_panama_y_peru.html

1.2 CONSTRUCCION DE REDES DE POLIETILENO PARA EL SUMINISTRO DE GAS NATURAL EN CARTAGENA.

Para la instalación de redes de polietileno, como mecanismo de transporte para el gas natural, en la empresa ECA Ltda., se tiene estipulado un procedimiento que le suministra SURTIGAS S. A., con el fin de vigilar la calidad con la que deben ser realizados estos trabajos de tal manera que brinden la seguridad a quienes por defecto, corresponden como usuarios finales.

Este procedimiento⁴ esta descrito así:

La instalación de Tubería de Polietileno debe cumplir las disposiciones del reglamento técnico de la actividad, disposiciones técnicas de los fabricantes y recomendaciones de las Normas Técnicas Colombianas establecidas por la autoridad competente.

La realización de los trabajos de instalación de tubería de polietileno, debe ser efectuada por personal capacitado, entrenado y vinculado a SURTIGAS S.A. E.S.P.

y/o a las empresas de contratistas de obras adscritas a las compañías previamente seleccionadas.

El responsable de ejecutar ésta actividad en las Agencias Principales es el Técnico de Servicio y Mantenimiento o un Contratista autorizado por la Compañía. Para el caso de las agencias menores de cada distrito la actividad la ejecutan el Técnico de Agencia.

⁴ Tomado de: Procedimiento de Instalación De Tuberías De Polietileno – Suministrado por la empresa ECA Ltda., ubicado dentro el Listado Maestro de Documentos del Sistema De Gestión Integral de la misma.

El responsable de la ejecución de ésta actividad es el Técnico de Servicio y Mantenimiento en las Agencias principales y el Técnico de Agencia en las Agencias Menores autorizado por la Compañía, quien debe cumplir cabalmente los pasos descritos en el presente procedimiento.

Es responsabilidad del personal técnico que realiza la actividad, utilizar los elementos de protección personal citados en el numeral 6 del presente documento y que las herramientas y equipos requeridos se encuentren completos y en buen estado.

Es responsabilidad del Supervisor de Servicio y Mantenimiento, monitorear que el personal cuente con los elementos de protección personal citados en el numeral 6 del presente documento y estén haciendo uso de ellos al momento de ejecutar sus actividades.

El Jefe o Ingeniero de Servicio y Mantenimiento, debe comunicar los riesgos de Salud Ocupacional y Medio Ambiente al personal técnico y demás partes interesadas involucradas en este proceso, establecidos en la *Matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de los controles* y la *Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales*, para el proceso de Construcciones de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento “*Comunicaciones Internas y Externas*”; así mismo, deben asegurarse que se apliquen los respectivos controles y el cumplimiento de la Matriz de Requisitos Legales en Seguridad y Salud Ocupacional.

Antes de proceder a instalar la tubería de polietileno el Técnico debe realizar los siguientes pasos:

1 Debe tener los *planos de diseño* del sector a construir, para aquellas manzana con anillos existentes se puede utilizar el *plano record*, *cartas catastrales* de cada

manzana, o los formatos: *“Plano de detalle de manzana”*, *“Reporte de medida de redes”*, *“Inspección de Pegas Red de Polietileno”*, *“Prueba de redes para poner en Servicio”* y *“Informe diario de Obras”*.

2 El Inspector debe verificar que los rollos de P.E de ½”, 3/4” y 1” fueron probados en planta, según lo establecido en el procedimiento *“Prueba de rollos de polietileno antes de su instalación”*, para lo cual debe solicitar los formatos: *“Prueba de rollos de polietileno antes de su instalación”* y *“Prueba de redes para poner en servicio”*.

Las tuberías con diámetros mayor de 2”, se deben probar instalada en campo, y comprobar: La ubicación de la manzana en plano, Inspección de Zanja, verificar la profundidad de la excavación, que esté libre de escombros y material cortante, capa de arena si amerita y diámetro de tubería de acuerdo a los planos de diseños de redes.

3 Se debe comprobar el buen estado de los tubos, de los accesorios y de los elementos de unión, así como la ausencia de cuerpos extraños. Y verificar que los extremos de la tubería tengan sus respectivos tapones y cumplan con los requisitos establecidos en la *“Especificaciones técnica de redes”*.

4 Efectuar las uniones necesarias fuera de las zanjas, ubicando la planta eléctrica a dos (2) metros de la zona de trabajo demarcando la zona con cinta de señalización. En los casos donde no sea posible realizar las uniones fuera de la zanja, se debe abrir una zanja lo suficientemente ancha, como para permitir la ejecución de la unión dentro de ésta sin que se generen defectos en la unión o posiciones forzadas del operario.

Las uniones se deben realizar de acuerdo a los procedimientos establecidos y cada una debe ser registrada en el formato “*Inspección de pegas en red de polietileno*”. Todas las excavaciones para la instalación de la tubería deben contar con la señalización preventiva permanente mientras estén en labores constructivas, para prevenir accidentes en los transeúntes.

5 El lugar donde se realizó la unión se debe marcar con el código del Técnico que realizo al pega, con pintura fluorescente o con cualquier otro objeto de demarcación, con el objetivo de encontrar posibles fugas en el momento de prueba de la tubería, y para la ubicación posterior de los accesorios en las *cartas catastrales* o los formatos *Planos de detalle de manzana*. Si los formatos anteriores son diligenciados en el momento de realizar la unión, se puede omitir la demarcación con pintura fluorescente de los sitios donde quedaron los accesorios instalados.

6 Antes de la Instalación de la tubería, el Técnico se debe asegurar de que todas las uniones hayan alcanzado la temperatura ambiente de forma natural.

7 La tubería se debe Instalar a una profundidad mínima, siguiendo lo establecido en la siguiente tabla:

Diámetro Tubería de polietileno	Profundidad de Excavación Neta (*)
1/2", 3/4", 1" y 2"	0.65 m.
3"	0.70 m.
4"	0.75 m.
6"	0.80 m.

(*) La profundidad neta corresponde a la medida desde el nivel del terreno (independientemente si es concreto, baldosa o asfalto) hasta el fondo de la excavación, para los casos donde se requiera colocar colchón arenoso, previa

aprobación de un Ingeniero de SURTIGAS S.A. E.S.P, la profundidad de la excavación corresponde a la neta (*) más el espesor del colchón de arena.

8 Cuando por razones justificadas no se puedan respetar las profundidades mínimas señaladas en la tabla y la tubería no haya sido calculada para resistir los esfuerzos mecánicos a que se encontrará sometida, deben interponerse entre la tubería y la superficie del terreno morteros de cemento con dosificación 1:3 o planchas que reduzcan la carga sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista.

9 Las tuberías plásticas se deben instalar a una distancia de las líneas de vapor, líneas de agua caliente, líneas eléctricas o cualquier otra fuente de calor, de tal manera que se evite que alcancen temperaturas superiores a los 37,8° C (100° F). Cuando no sea posible, se deben tomar las medidas necesarias para garantizar que la tubería no alcance la temperatura mencionada.

10. El Técnico debe cumplir con las siguientes distancias mínimas de separaciones con respecto a otras tuberías de servicios públicos:

	LINEAS PRIMARIAS	LINEAS SECUNDARIAS
Puntos de Cruces	0.30 m	0.10 m
Recorrido Paralelos	0.30 m	0.20 m

En caso de cruces con líneas sanitarias, agua potable u otros servicios, la instalación de la tubería de gas, en lo posible, se debe colocar por debajo de estas y a la distancia exigida por norma.

11. Las tuberías se deben enterrar mediante un lecho libre de piedras o aristas cortantes o sobre una capa de material seleccionado de la excavación o colchón de arena de 10 cm., de espesor.

12. La instalación de tubería dentro de la zanja se debe efectuar en forma serpenteada para facilitar los movimientos de contracción y dilatación que puedan presentarse y al momento de iniciar el relleno de la zanja se debe compactar inicialmente por los costados de la tubería.

13. Cuando se haga un cambio de dirección sin codo, se debe dar a la excavación la curvatura necesaria para evitar forzar las tuberías. Dicha curvatura debe tener un radio mínimo igual a 25 veces el diámetro externo del tubo. Las uniones en la curvatura no se deben realizar.

14. Las válvulas de seccionamiento se deben anclar con el fin de evitar que se transmitan a los tubos los esfuerzos producidos al maniobrarlas. Su ubicación se debe hacer con anterioridad para que no queden expuestas a daño, y deben quedar levantadas a unos veinte centímetros (20 cm) sobre el nivel del piso.

15. Una vez instalada la tubería en el fondo de la zanja, se debe cubrir con una capa de veinte centímetros (20 cm) del material en buen estado de la excavación o en su defecto con material seleccionado, compactando inmediatamente con el Apisonador manual. El material de relleno no debe ser plástico y debe estar exento de materia orgánica.

16. Colocar la *Cinta de señalización para tuberías* establecida por la compañía, ubicándola a una distancia comprendida entre 20 cm. y 30 cm. por encima de la tubería.

17. Posteriormente, se debe continuar el relleno de la zanja, compactándola por capas, cada veinte centímetros (20 cms), las tres (3) primeras son compactadas a mano y en la última se debe utilizar la vibrocompactadora (rana).

Cualquier extremo de polietileno que se deje descubierto para efectos de prueba

o de alguna unión debe quedar siempre debidamente taponado; para tuberías de ¾" con tapón boca sapo; para tuberías de 1" en adelante con tapón original de polietileno.

18. Realizar la prueba de hermeticidad a la tubería de polietileno, siguiendo el procedimiento "*Prueba de redes para poner en servicio*".

19. El Inspector y/o Interventor asignado a la obra, una vez firme todos los documentos debe ir actualizando el plano récord de la agencia respectiva.

20. Los registros y reportes de redes de la tubería instalada, se deben entregar diligenciados semanalmente al área de Servicio y Mantenimiento, con sus anexos (Carta catastral, Planos de construcción, Inspección de pegas en red de polietileno, prueba de redes para poner en servicio y gasificación de redes), para su legalización, una vez la tubería de polietileno haya sido gasificada de acuerdo a al procedimiento "*Llenado de redes con gas natural*".

21. Una vez finalizada la obra, las condiciones físicas y ambientales del área deben ser semejantes o mejores a las encontradas inicialmente, el sitio debe quedar en perfecto estado de limpieza, todos los residuos de los materiales utilizados y generados en esta actividad, como restos de tubería, accesorios dados de baja, escombros, recipientes, trapos, entre otros; deben ser recogidos y depositados en los lugares definidos y adecuados para tal fin.

22 La red troncal instalada en áreas suburbanas, paralela a carreteras nacionales o que intercepte cuerpos de agua, se le debe instalar señalización preventiva tipo poste o mohón, cada cien (100) metros.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Apisonador manual

- Vibro compactadota (Rana).
- Pala con Mango.
- Barra.
- Cinta de señalización para tuberías
- Avisos de Señalización de Obras.
- Motobombas.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Guantes de uso general.
- Gafas de seguridad.
- Botas de seguridad
- Botas Pantaneras (Si aplican)
- Protectores Auditivos.
- REGISTROS
- Planos de Diseño.
- Inspección de pegas de red de polietileno.
- Reporte de medida de redes
- Prueba de redes para poner en Servicio
- Planos de detalle de manzana
- Los cuales una vez diligenciado, deben ser almacenados según lo establecido en el “Listado Maestro de Registro”.

REFERENCIAS

- Procedimiento “Unión a tope de tuberías y accesorios de polietileno”.
- Procedimiento “Unión a socket de tuberías y accesorios de polietileno”.
- Procedimiento “Unión de polietileno mediante electrofusión”.
- Procedimiento “Unión de silleta por termofusión”.
- Especificaciones técnicas de redes.

1.2.1 EMPRESAS DEL SECTOR

Vale la pena indicar que, a pesar de que son muchos los contratistas que SURTIGAS S. A. posee, la parte de ejecución de proyectos solo le es asignada a ECA Ltda., debido al alcance y evolución que esta ha presentado desde sus inicios, pero de igual forma, en la parte operativa se llevan a cabo los trabajos conocidos como PQR (Peticiónes, Quejas y Recursos) y es en esta parte donde se incluyen los códigos de los trabajos a realizar de manera periódica según la asignación de SURTIGAS S. A., no obstante, estos competidores menores están en crecimiento continuo, lo que indica que en un futuro podrían convertirse en competidores fuertes, entre ellos sobresalen:

- REINDUSTRIALES LTDA.
- SALGADO PUPO
- JUAN PIÑA

1.3 INTRODUCCION AL TEMA

En esta parte se pretende navegar de manera más profunda sobre en qué y cómo contribuirá notablemente esta investigación sobre los resultados, obtenidos históricamente, en ECA Ltda., con los procedimientos ya establecidos para la ejecución de proyectos, en cuanto a calidad y tiempo de ejecución de los mismos.

1.3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

ECA Ltda., es considerada por su cliente (SURTIGAS) como la que se encuentra mayormente capacitada para llevar a cabo la realización de proyectos de gasificación y mantenimiento de las redes de gas. Debido a esto, en la empresa

no se tiene una idea clara sobre cuáles deben ser las medidas que se deberían implementar para mantener su lugar actual ante el cliente y lograr un liderazgo notable, ante el creciente mercado de competidores y los que ya se encuentran consolidados. El problema que atraviesa la empresa, es el de establecer si sus procedimientos actuales le brindan la seguridad de mantener su posición actual o si existe alguna estrategia que mejore los tiempos de entregas y la calidad de los proyectos que esta realiza, teniendo en cuenta que las fechas de entrega de los proyectos se estima de manera muy amplia, lo que sugiere una reducción de los tiempos de entrega y un aprovechamiento más notorio en los tiempos de ejecución de los procesos adyacentes en cada proyecto.

1.3.2 Formulación Del Problema

¿Cuál es la estrategia que se debe implementar en ECA Ltda., para lograr una ventaja competitiva, en cuanto a cumplimiento, calidad y recursos utilizados para cada proyecto, ante el notable crecimiento de empresas dedicadas a la misma actividad económica; se deberá seguir el estándar utilizado actualmente o podrá existir alguna diferencia si, al utilizar la solución de la cadena critica y la administración de amortiguadores, se logra reducir los tiempos de ejecución de los proyectos?

1.4 JUSTIFICACION

En ECA Ltda., la manera en la que se están asegurando los proyectos, en cuanto a fechas de entrega, radica en lograr que cada tarea proveniente de cada proyecto se termine a tiempo; es decir, se está estableciendo el tiempo de ejecución de cada proyecto con referencia al tiempo de ejecución de cada tarea y debido a la existencia de un alto grado de incertidumbre, que siempre acompaña

a los tiempos de entrega de cada proyecto, la duración de las tareas no se puede determinar ni establecer, simplemente se estima. Y son estas estimaciones las que comprometen la confiabilidad de la compañía en cuanto al cumplimiento de fechas previamente pactadas.

Debido a esta incertidumbre, la seguridad de cada tarea se ve afectada de manera muy notable, donde se excede en la asignación de tiempo para cada tarea y se alarga la fecha de entrega debido a estas seguridades. De esta forma, se están generando recursos ociosos y tiempos muertos.

También, el constante aumento en el interés por las empresas de construcción por incrementar su mercado y generar mayor utilidad, se ve reflejado en el afán de las empresas ya existentes y fuertemente consolidadas por mantener ese estado. No obstante, no se puede hacer caso omiso a la creciente competencia. Es por esto que se presenta la idea de implementar la solución de la cadena crítica en la empresa ECA LTDA., con el fin de generar una ventaja competitiva que le permita ofrecer tiempos de ejecución de proyectos más cortos pero con la misma calidad que los ubica como la empresa seleccionada por SURTIGAS S. A. como la que posee el mayor número de contrataciones.

Debido a la necesidad de demostrar crecimiento y retroalimentar sus procesos debido a los resultados en la empresa, lo que se pretende es plantear una estrategia que permita visualizar si la metodología utilizada puede ser mejorada o si se deben atacar otros puntos que si permitan un crecimiento notable en la ejecución de proyectos. En este documento se limitara a aplicar la solución de cadena crítica para la disminución de tiempos de ejecución y la inclusión de la administración de amortiguadores.

También se pretende atacar el cuello de botella y el que le sigue dentro del sistema, para eliminar tiempos muertos y aumentar la capacidad real de los mismos. No obstante, se definirá dentro de esta investigación que el cuello de botella en un proyecto es la “ruta crítica” y esta a su vez, es la restricción del sistema, por esa razón, en lugar de hablar de “ruta crítica” se hablara de “cadena crítica”, ya que a final de cuentas lo que determina la resistencia de una cadena es el eslabón más débil y solamente existe un eslabón más débil.

1.5 OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación, van de acuerdo con la idea de crear una ventaja competitiva que permita afianzar la confiabilidad de la empresa.

1.5.1 General

Diseñar una propuesta de mejora en la empresa ECA LTDA., mediante la solución de la cadena critica, reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos de redes que se estén llevando a cabo y los procesos críticos dentro los mismos, para crear una ventaja competitiva que permita aumentar el número de proyectos asignados por el cliente, SURTIGAS S. A.

1.5.2 Específicos

- *Realizar un diagnostico de la situación actual de la empresa, utilizando los datos históricos de los proyectos realizados y los procesos críticos que en esta se llevan a cabo.*
- *Reducir las estimaciones iniciales en cuanto los tiempos de ejecución de proyectos, realizando la programación escalonada de los mismos.*

- *Aplicar la solución para la restricción del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de TOC respecto a la cadena crítica, la ruta crítica y los amortiguadores.*
- *Incluir los amortiguadores en el sistema, estableciendo las características del ambiente Multi-proyectos de la empresa y las estrategias para establecer prioridades.*
- *Concluir sobre los resultados que se obtendrían de aplicar la solución obtenida, utilizando los medidores de progreso de la misma.*
- *Diseñar las recomendaciones o pautas que debe seguir la empresa para la creación de la ventaja competitiva comparando los resultados históricos con los obtenidos de la solución.*

2. CAPITULO II: MARCO TEORICO

Los conceptos que se utilizaran en el desarrollo de este trabajo, se explican de manera breve y clara con anterioridad, para introducir un poco los temas que se trataran para una mejor comprensión y entendimiento de las soluciones que se plantean.

También, por ser un tema no muy explorado en Cartagena, se pretende lograr que cada lector pueda realizar una comparación de la teoría con la realidad, que le facilite el entendimiento de estos temas de gran interés.

2.1 GERENCIA DE PROYECTOS

Para hablar de la gerencia de proyectos, se hace necesario saber que un proyecto es “una empresa planificada que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; las razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los limites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos”⁵ y la gerencia de proyectos es “la disciplina de organizar y administrar los recursos, de forma tal que un proyecto dado sea terminado completamente dentro de las restricciones de alcance, tiempo y coste planteados a su inicio”⁶

“La gestión de proyectos es la disciplina de organizar y administrar recursos de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, el tiempo, y coste definidos. Un proyecto es un esfuerzo temporal,

⁵ Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/proyecto>

⁶ Tomado de: MINOR en TOC UTB, Material Modulo Proyectos, Morales E. Luis I, Pág. 3

único y progresivo, emprendido para crear un producto o un servicio también único”⁷.

2.1.1 Red De Proyectos⁸

Se llama red la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el camino crítico. No solamente se llama camino crítico al método sino también a la serie de actividades contadas desde la iniciación del proyecto hasta su terminación, que no tienen flexibilidad en su tiempo de ejecución, por lo que cualquier retraso que sufriera alguna de las actividades de la serie provocaría un retraso en todo el proyecto. Desde otro punto de vista, camino crítico es la serie de actividades que indica la duración total del proyecto. Cada una de las actividades se representa por una flecha que empieza en un evento y termina en otro. Se llama evento al momento de iniciación o terminación de una actividad. Se determina en un tiempo variable entre el más temprano y el más tardío posible, de iniciación o de terminación. A los eventos se les conoce también con los nombres de nodos.

2.1.2 Cadena Crítica

“En la gestión de proyectos, la cadena crítica es la secuencia de precedencias y elementos terminales dependientes de recursos que evitan que un proyecto, al que se le dan recursos limitados, pueda ser completado en un tiempo menor. Si los recursos de un proyecto estuviesen siempre disponibles en cantidades ilimitadas, entonces la cadena crítica de un proyecto sería igual a su ruta crítica”⁹. De lo contrario, la ruta crítica sería “una ruta crítica es la secuencia de los

⁷ Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_proyectos

⁸ Tomado de: Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman; Introducción a la Investigación de Operaciones, Quinta edición, Edit. McGraw Hill, México 1993.
<http://www.gestiopolis.com>

⁹ Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_Cr%C3%ADtica

elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto para completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.”¹⁰

2.1.3 MODELOS MATEMATICOS - PERT Y CPM¹¹

El problema de la administración de proyectos surgió con el proyecto de armamentos del Polaris, empezando 1958. Con tantas componentes y subcomponentes juntos producidos por diversos fabricantes, se necesitaba una nueva herramienta para programar y controlar el proyecto. El PERT (evaluación de programa y técnica de revisión) fue desarrollado por científicos de la oficina Naval de Proyectos Especiales. Booz, Allen y Hamilton y la División de Sistemas de Armamentos de la Corporación Lockheed Aircraft. La técnica demostró tanta utilidad que ha ganado amplia aceptación tanto en el gobierno como en el sector privado. Casi al mismo tiempo, la Compañía DuPont, junto con la División UNIVAC de la Remington Rand, desarrolló el método de la ruta crítica (CPM) para controlar el mantenimiento de proyectos de plantas químicas de DuPont. El CPM es idéntico al PERT en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos. Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos o estocásticos.

El PERT/CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para los administradores del proyecto. Primero, el PERT/CPM expone

¹⁰ Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_la_ruta_cr%C3%ADtica

¹¹ Tomado de: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pertcpm/

la "ruta crítica" de un proyecto. Estas son las actividades que limitan la duración del proyecto. En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El PERT/CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos.

El PERT/CPM también considera los recursos necesarios para completar las actividades. En muchos proyectos, las limitaciones en mano de obra y equipos hacen que la programación sea difícil. El PERT/CPM identifica los instantes del proyecto en que estas restricciones causarán problemas y de acuerdo a la flexibilidad permitida por los tiempos de holgura de las actividades no críticas, permite que el gerente manipule ciertas actividades para aliviar estos problemas. Finalmente, el PERT/CPM proporciona una herramienta para controlar y monitorear el progreso del proyecto. Cada actividad tiene su propio papel en éste y su importancia en la terminación del proyecto se manifiesta inmediatamente para el director del mismo. Las actividades de la ruta crítica, permiten por consiguiente, recibir la mayor parte de la atención, debido a que la terminación del proyecto, depende fuertemente de ellas. Las actividades no críticas se manipularan y remplazaran en respuesta a la disponibilidad de recursos.

La diferencia entre PERT y CPM es que "PERT supone que el tiempo para realizar cada una de las actividades es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad. El CPM por otra parte, infiere que los tiempos de las actividades se conocen en forma determinísticas y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados"¹².

¹² Tomado de: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pertcpm/

2.1.4 Ley De Parkinson¹³

El trabajo crece hasta llenar el tiempo de que se dispone para su realización.

Hay un proverbio inglés que muestra el reconocimiento general de tal hecho: «El hombre más ocupado es el que tiene tiempo de sobra»¹. Así, una anciana ociosa puede perder todo el día en la tarea de redactar y echar al correo una tarjeta postal para su sobrina. Se pasará una hora buscando la postal, otra buscando sus gafas, media hora buscando la dirección, hora y cuarto en la redacción del texto y veinte minutos en decidir si llevar o no el paraguas para ir hasta el buzón de la calle de al lado. El esfuerzo total que a un hombre ocupado le llevaría tres minutos, puede así dejar a otra persona postrada tras una jornada de dudas, angustias y esfuerzo admitiendo que el trabajo (y sobre todo el trabajo burocrático) posee esta elasticidad en sus demandas de tiempo, es evidente que existe poca o ninguna relación entre el trabajo que hay que hacer y el tamaño del personal encargado al que pueda asignársele. La falta de una actividad real no entraña necesariamente ocio. La falta de ocupación no se manifiesta necesariamente por una holganza patente. La tarea a realizar crece en importancia y en complejidad en razón directa con el tiempo que se emplee en ella. Este hecho es algo generalmente admitido, pero se ha prestado escasa atención a sus implicaciones más amplias, sobre todo en el caso de la administración pública. Políticos y contribuyentes han dado por supuesto (con esporádicas etapas de duda) que si el número total de funcionarios del Estado aumenta, se debe a que hay un volumen creciente de trabajo a realizar. Los sarcásticos, al poner en entredicho tal creencia, han supuesto que la multiplicación de funcionarios ha debido dejar ociosos a algunos o permitir que todos trabajen menos. Pero este es un asunto en el que la fe y la duda parecen igualmente fuera de lugar. El hecho es que el número de funcionarios y la cantidad de trabajo no se relacionan entre sí en absoluto. El aumento del total de

¹³ Tomado de: <http://bioinfo.uib.es/~joemiro/teach/material/escritura/parkLaw.pdf>

funcionarios se rige por la Ley de Parkinson y sería más o menos el mismo si el volumen de trabajo aumentase, disminuyese, o incluso desapareciese. La importancia de la Ley de Parkinson se deriva del hecho de que es una ley de crecimiento basada en un análisis de los factores que rigen tal crecimiento.

2.1.5 Recursos Con Multi-Tareas

Los recursos con Multi-tareas son aquellos que se utilizan de manera simultánea en varios proyectos o procesos dentro del proyecto y que pueden ocasionar retrasos si no se sincronizan bien las actividades de acuerdo con las prioridades.

Las prioridades se determinan con base en la intensidad de los gritos. El trabajo de los recursos se interpone con frecuencia.

2.2 AMBIENTE MULTI-PROYECTOS

En este tipo de ambientes se ven los siguientes elementos¹⁴:

- Muchos proyectos a la vez.
- Las personas trabajan parte de su tiempo en un proyecto y otra en otros proyectos.
- Hay recursos que sirven a los diferentes proyectos
- Líder del proyecto: Es quien tiene toda la responsabilidad del proyecto pero prácticamente ninguna autoridad.
- Gerente de Recursos: Alguien que tiene que servir a demasiadas órdenes y amos.

¹⁴ Tomado de: www.fiabci.com/docs/congress-cartegena-2005/Alejandro_Fernandez-Teoria_de_Restricciones.ppt

2.2.1 Programación Escalonada De Proyectos¹⁵

En un ambiente Multi-proyectos, que se definan autoritariamente las prioridades, no es suficiente para minimizar el Multi-tareas malo. El sistema informal es demasiado fuerte. Por esto, se necesita programar escalonadamente los proyectos en las siguientes etapas:

- Identifique el tipo de recurso con la mayor carga de trabajo.
- Programe el trabajo para este tipo de recurso tomando en cuenta sus limitaciones de capacidad.
- Realice la planeación de todos los proyectos de acuerdo al programa de actividades del tipo de recurso con la mayor carga de trabajo.

Siguiendo esas etapas, hay que considerar que no se debe asignar más trabajo aunque los recursos estén ociosos y también hay que saber que, por lo general, quedan algunas disputas por obtener los otros tipos de recurso. La resolución de estas disputas individuales es una pérdida de tiempo, cuando haya variaciones normales no se debe optimizar.

2.3 ADMINISTRACION DE AMORTIGUADORES

En esta parte no se tratan los cambios en los mecanismos de planeación de proyectos, sino la parte de la ejecución de los mismos.

Los amortiguadores de terminación y de alimentación conforman un mecanismo solido para establecer las prioridades.

¹⁵ Tomado de: MINOR EN TOC, UTB, Modulo de Proyectos, Morales E. Luis I., Pág. 44.

“Se establecen las prioridades de acuerdo al tipo y al porcentaje de amortiguador que se consuma”¹⁶

2.4 MEDICIONES

Se requieren de criterios de evaluación del estado de un proyecto, que también sean eficaces para compararlo con otros proyectos.

Para esto se habla de tres niveles de medición para evaluar y comparar proyectos: El porcentaje ya terminado de la cadena crítica, el porcentaje ya consumido del amortiguador de terminación en relación con el porcentaje ya terminado de la cadena crítica y la tasa de consumo del amortiguador de terminación.

Mientras se mida por el porcentaje de trabajo realizado, realmente o se hará ningún intento por resolver la tarea problemática, sino hasta que se haya terminado todas las demás tareas pendientes.

A pesar que esta parte de los medidores se trate en el último capítulo de esta investigación, vale la pena aclarar que las mediciones se realizan en todo lo largo del desarrollo de este trabajo, siempre se está midiendo el avance de cada punto pactado en el mismo.

¹⁶ Tomado de: MINOR EN TOC, UTB, Modulo de Proyectos, Morales E. Luis I., Pág. 55.

3. CAPITULO III: GENERALIDADES DE LA EMPRESA ECA LTDA

La siguiente parte, muestra la información más relevante en cuanto a aspectos internos de la empresa ECA Ltda., los cuales fueron aportados por el coordinador de Gestión Integral, contacto dentro de la empresa, en su debido momento.

Esta información se encuentra, de igual forma, dentro del sistema de gestión integral de la empresa en el Listado Maestro de Documentos.

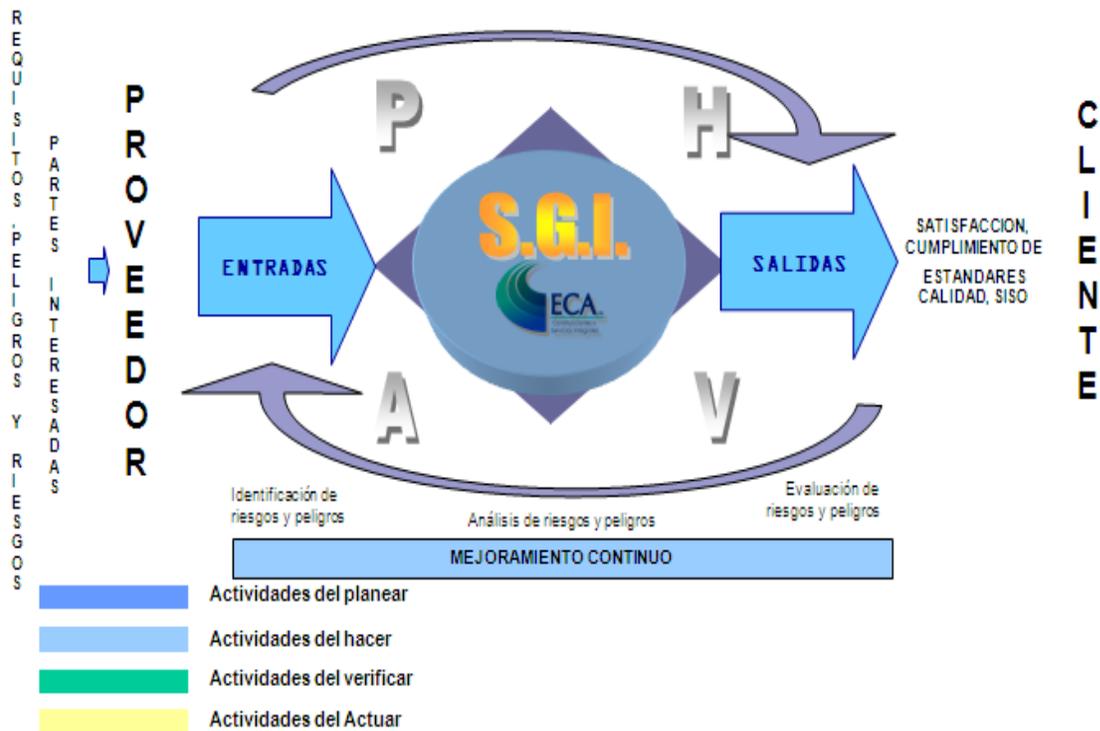
3.1 IDENTIFICACION

ECA LTDA. Construcciones y servicios integrales es una empresa constituida el 24 de agosto de 2005 mediante escritura pública No 2986 otorgada en la Notaría Tercera del Círculo de Cartagena e inscrita en la Cámara de Comercio de misma ciudad, representada legalmente por EDGAR CAMEJO ATAYA.

Inicia operaciones en el mes de septiembre de 2005 con la selección y contratación de personal idóneo en el rango del objeto social. Con un horizonte definido, basado en el mejoramiento continuo de todos los procesos así como la implementación del sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2000 con miras a la certificación del instituto de normas técnicas (ICONTEC).

En el presente año se han implementado estrategias que han permitido el desarrollo en cada una de las áreas de la organización en busca de la optimización.

3.1.1 SISTEMA DE GESTION INTEGRAL



3.2 POLITICA DE GESTION

Nuestra filosofía de servicio está enmarcada en los tres pilares corporativos:

- ✓ La calidad de nuestros procesos, el cumplimiento a nuestros clientes, proveedores, colaboradores, partes interesadas, leyes y otros requisitos aplicables a nuestra organización; prestando servicios integrales en la administración y ejecución de proyectos satisfaciendo las expectativas de los clientes.
- ✓ La seguridad y el bienestar integral de nuestro personal, estableciendo normas de seguridad y brindando todos los elementos de protección

necesarios, con el fin de prevenir y minimizar los riesgos por exposición y todos los peligros asociados a lesiones personales y ATEP.

- ✓ La preparación para responder ante emergencias derivadas de nuestra operación, la minimización de la contaminación y la prevención de impactos al ambiente y daños a la propiedad que intervenimos.

ECA Ltda., tiene el compromiso de mejorar continuamente sus procesos, asignando y garantizando los recursos necesarios para tal fin, manteniendo las competencias de nuestro personal y promoviendo su desarrollo, asegurando la rentabilidad y el crecimiento de la empresa.

3.2.1 Objetivos



3.2.2 Misión

Administrar y ejecutar proyectos relacionados con la prestación de servicios públicos y de construcción; satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, prestando servicios con calidad y seguridad acorde a las exigencias del medio; comprometidos con la mejora continua de nuestros procesos, el bienestar integral de nuestros colaboradores y de nuestro entorno, la rentabilidad de los socios y la sostenibilidad de la empresa en el tiempo.

3.2.3 Visión

Ser una empresa de vanguardia en la administración y ejecución de proyectos de servicios públicos de acuerdo a las necesidades de los clientes, reconocida por la calidad de sus procesos y la excelencia de su recurso humano.

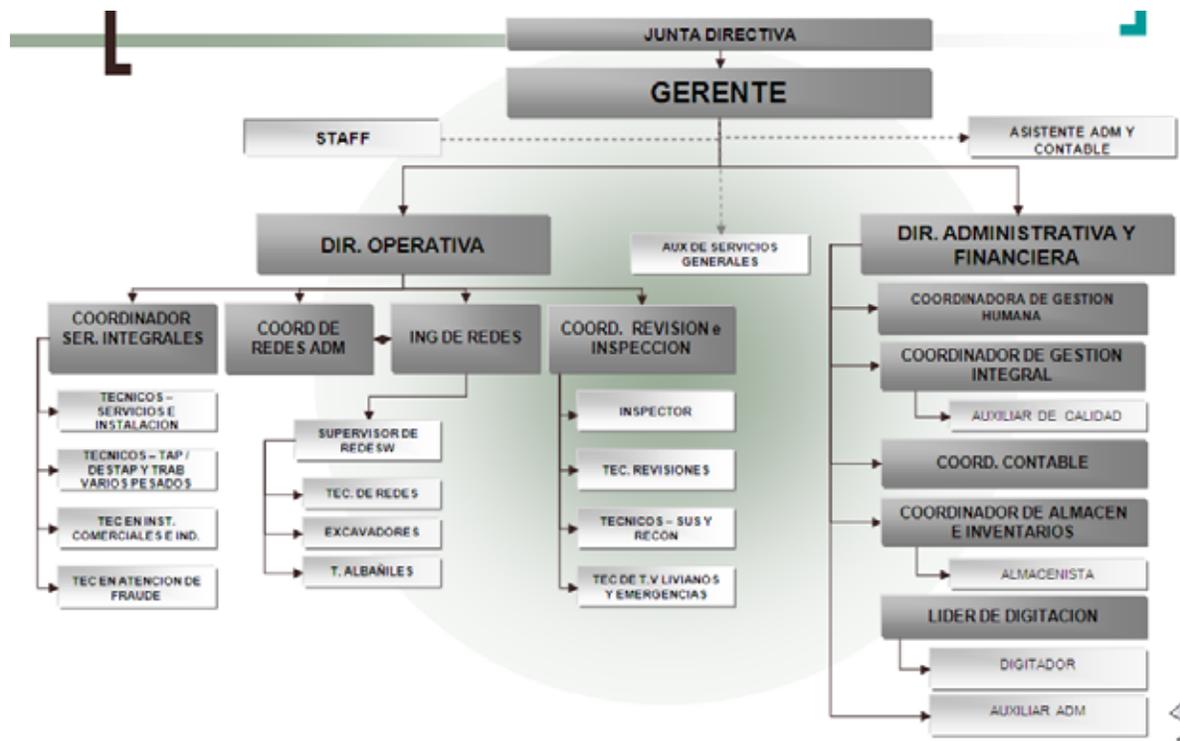
En el 2008, Ampliaremos nuestras líneas de negocios a nivel comercial y de ingeniería civil logrando el posicionamiento, permanencia y competitividad en mercados locales y nacionales.

3.2.4 Valores Institucionales

-  Excelencia
-  Servicio
-  Responsabilidad y cumplimiento.
-  Honestidad y Transparencia.
-  Compromiso.
-  Responsabilidad social

3.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

3.3.1 Organigrama



3.4 AMBIENTE DE LA EMPRESA ECA LTDA

El surgimiento de ECA Ltda., fue por una necesidad de liberar la carga de trabajo, en cuanto a construcción de redes se trata, de la empresa SURTIGAS. Era esta misma la encargada de suministrar gas y realizar el proceso de gasificación, pero luego de algún tiempo se llegó a conclusión de que la parte de proyectos de construcción y lo referente a la parte operativa del mismo proceso, resultaría más factible si se creaba un grupo de contratistas conformado por el personal interno encargado de esta parte. A este grupo de contratistas se le seguiría capacitando de manera periódica, de acuerdo a los requerimientos de SURTIGAS, para que llevaran un nivel de concordancia de acuerdo a lo que se requiere en su momento y siempre siguiendo los procedimientos previamente establecidos por SURTIGAS, ahora en calidad de cliente.

Para hablar del plan de calidad, es necesario indicar que en este es donde se pacta el ciclo PDCA de la parte de proyectos de la empresa. Lo cual se explicara de manera más profunda en la parte que corresponde al tema en mención.

3.4.1 CLIENTES

Como ya se ha dicho anteriormente, ECA Ltda., surgió como una idea por liberar carga laboral por la empresa SURTIGAS y es esta, la que se encarga de generar los proyectos o trabajos a realizar bajo sus estándares. El mercado clientes dentro de la actividad económica de ECA Ltda., está enmarcado en los proyectos que le sean asignados, esta empresa no trabaja de manera independiente o particular, en ella se maneja la línea de transporte del gas natural, siendo este último, el producto que el usuario final quiere adquirir y el cual, solo es suministrado por SURTIGAS, lo cual la convierte en su único cliente.

3.4.2 RECURSOS

Los recursos con los que cuenta la empresa para la realización y cumplimiento de los proyectos va de acuerdo a la razón de ser de estos y al tiempo que se tomen en ser concretados, es por esto que, a partir de ahora, se van a considerar todos aquellos recursos que intervienen en un proyecto de gran magnitud, el cual se representa como el proyecto que haya tomado el mayor tiempo en ser concretado.

Los recursos que se utilizan para cualquier proyecto, independientemente de su naturaleza o magnitud, son los físicos, humanos y financieros, los cuales se describen más detalladamente en la siguiente sección.

Físicos

Como se planteo en el procedimiento de proyectos de redes, los recursos físicos necesarios para la realización de los procesos con calidad, son:

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Apisonador manual
- Vibro compactadota (Rana).
- Pala con Mango.
- Barra.
- Cinta de señalización para tuberías
- Avisos de Señalización de Obras.
- Motobombas.

. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Guantes de uso general.
- Gafas de seguridad.

- Botas de seguridad
- Botas Pantaneras (Si aplican)
- Protectores Auditivos.

REGISTROS

- Planos de Diseño.
- Inspección de pegas de red de polietileno.
- Reporte de medida de redes
- Prueba de redes para poner en Servicio
- Planos de detalle de manzana
- Los cuales una vez diligenciado, deben ser almacenados según lo establecido en el “Listado Maestro de Registro”.

Humanos

El recurso humano necesario con el que cuenta la empresa para la realización de sus proyectos de redes está constituido por:

CARGO	CANTIDAD
Ingeniero de Redes	1
Coordinador de Redes	1
Supervisor de Redes	1
Técnico Albañil	13
Técnico de Pegas de Polietileno Redes	6
Operador de Maquinas	3
Excavador	12
Conductor	2
Ayudante de Labores Varias	12
Total	51

De los cargos antes descritos, en ECA Ltda., algunos se pueden realizar por la misma persona teniendo en cuenta el perfil necesario para cada labor.

Para la asignación de cada cargo, se hace necesario el cumplimiento de varios perfiles y competencias¹⁷

Financieros

En cuanto a los recursos financieros de la empresa, existe un presupuesto establecido para la ejecución de proyectos de redes, el cual depende de la magnitud de los trabajos. Este presupuesto se encuentra bajo custodia del director administrativo y financiero.

3.4.3 PROVEEDORES

Los proveedores que contribuyen a la consecución de materiales y recursos simplemente se incluyen a quienes aportan la información anterior conocido como Recursos físicos, ya que todo el material especializado que directamente influye en el proceso es aportado por SURTIGAS, quien con esto solo pretende que los proyectos se ejecuten con el material ideal para el transporte de gas, evitando así quejas al final del proceso.

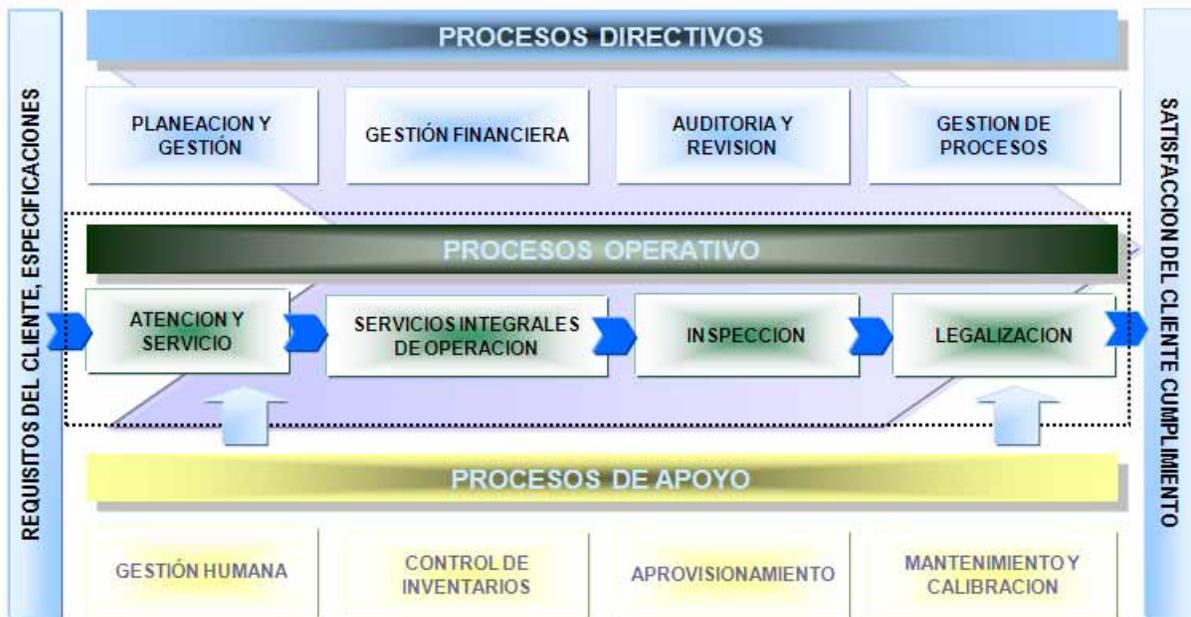
3.5 MANUAL DE PROCESOS

En ECA Ltda., los procesos están divididos en:

- Procesos directivos: Son los procesos de dirección que determinan la ruta estratégica y se despliegan a todos los procesos.

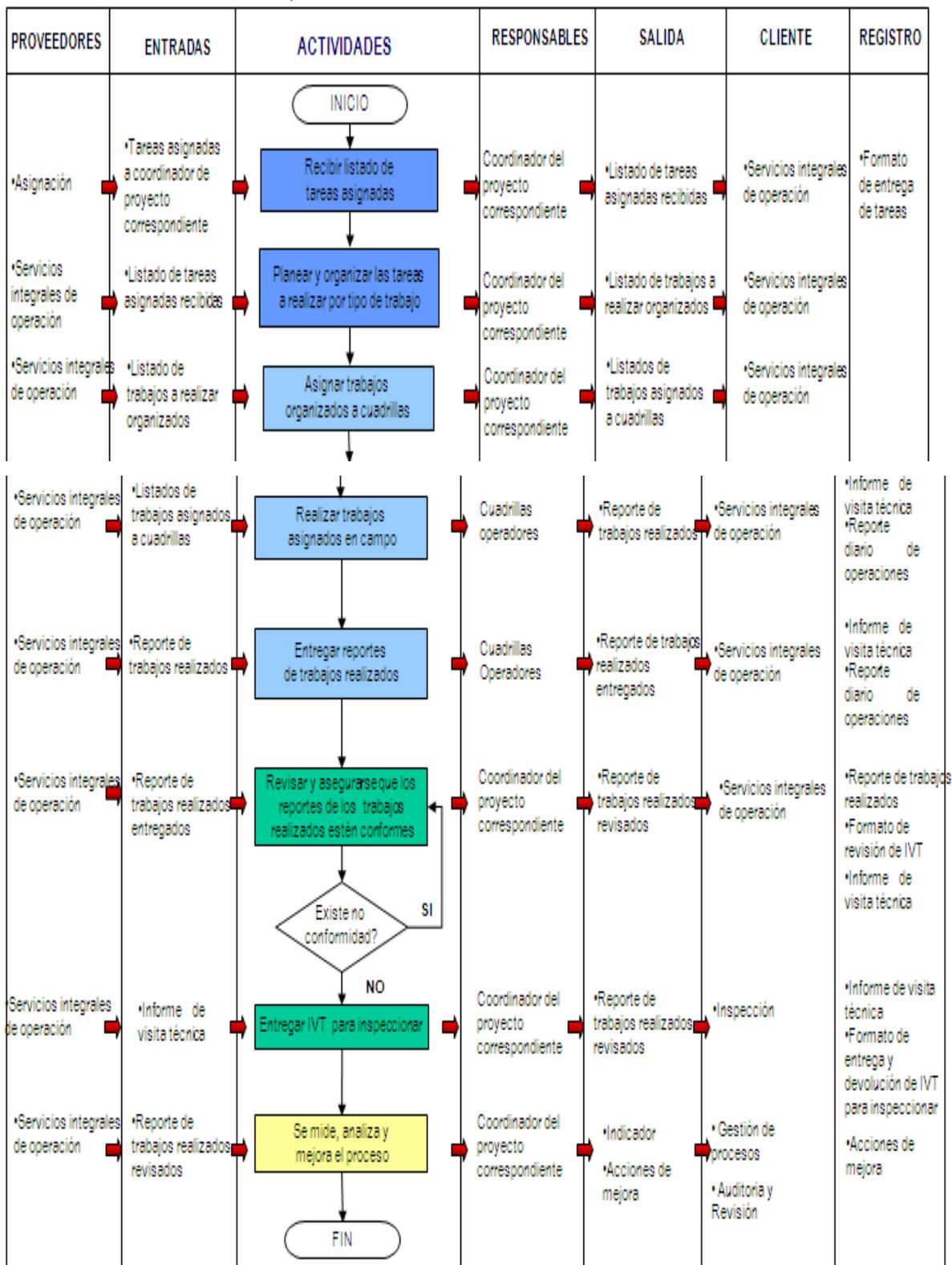
¹⁷ Ver Anexo 1: Perfiles y competencias.

- Procesos Operativos: Es la cadena de generación de valor, razón de ser de la empresa.
- Procesos de Apoyo: Son los que soportan la operación de la empresa y su administración.



3.5.1 Sistemas Integrales De Operación

La parte de proyectos de redes, se desarrolla dentro de los procesos operativos en la parte que se conoce como Servicios Integrales de Operación, los cuales son caracterizados de la siguiente manera.



3.6 PROYECTOS

Ya establecido lo anterior, en cuanto a los contratistas y las funciones de los mismos dentro de las actividades de apoyo a SURTIGAS, se conviene la entrega de procedimientos técnicos para cada actividad independientemente del contratista que sea asignado, simplemente se crean estándares para la realización de dichos contratos de acuerdo a las especificaciones del cliente para la satisfacción del usuario final.

Cada contratista define su Procedimiento de Manejo de Proyectos de Redes¹⁸ según su conveniencia, pero siempre tratando de mantener la esencia del documento que expide SURTIGAS, para evitar alteraciones en la calidad que se espera. También, se trata de crear un documento que permita una mejor comprensión en un lenguaje más común, para que sea entendido por todas las partes que intervienen en el proceso. Es una estrategia que contribuye al buen ejercicio de los procedimientos establecidos.

En ECA Ltda., este procedimiento es elaborado, revisado y aprobado por la parte administrativa de la empresa: elaborado por el coordinador de Gestión Integral, revisado y aprobado por el director administrativo y financiero, todo bajo el seguimiento de la parte gerencial.

3.6.1 Generalidades

Las generalidades de estos procedimientos van desde el alcance, el objeto, los documentos de referencia y las definiciones.

¹⁸ Tomado de: Procedimiento de Manejo de Redes ECA Ltda., disponible en el listado maestro de documentos y aportado por el coordinador de Gestión Integral.

- El objeto es el de describir la metodología para mantener los registros correspondientes a los proyectos especiales de instalación de redes.
- El alcance aplica para proyectos especiales mayores a dos días de ejecución, desde su asignación hasta su legalización¹⁹.
- Los documentos de referencia son:
 - ✓ NTC ISO 9001:2000
 - ✓ PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE REGISTROS
 - ✓ PLAN DE CALIDAD DE REDES
 - ✓ PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE DOCUMENTOS
- Las definiciones son:
 - ✓ PRESUPUESTO: Previsión de gastos e ingresos para un determinado proyecto a ejecutar en un lapso de tiempo.
 - ✓ PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: Es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.
 - ✓ PANORAMA DE RIESGOS: Es el reconocimiento pormenorizado de los factores de riesgo a que están expuestos los distintos grupos de trabajadores en una empresa específica.

¹⁹ Nota: No aplica a trabajos denominados fuera de redes (menores a 150 metros de extensión o reubicación)

- ✓ GPS: Sistema de Posicionamiento Global. Sistema que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, persona, etc.

- ✓ CALIBRACIÓN: procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que debería indicar de acuerdo a un patrón de referencia conocido.

- ✓ PRMA: Reportes de predios por manzana.

3.6.2 Proyectos De Redes: Troncales Y Anillos

Los proyectos que se desarrollan en ECA Ltda., consisten en la construcción de Redes Troncales y Redes de Anillo.

“Las redes secundarias comprenden el sistema de tuberías, accesorios y válvulas de polietileno de alta densidad instalado a partir de las estaciones de regulación de presión o ERP, a través de las cuales el gas es distribuido en el área urbana.

El sistema funciona de la siguiente manera: desde de las Estaciones de Regulación de Presión (ERP), el gas es distribuido a través de tuberías de diámetros de 2”, 3”, 4” y 6”, llamadas “Red Troncal de Distribución” o “Redes Secundarias” que han sido diseñadas y construidas en forma de mallas sectorizadas, con el objeto de garantizar un suministro mínimo del servicio al 70% de los clientes, en caso de algún daño o reparación en la tubería.

De la red secundaria se derivan los “Anillos de Distribución”, también en tubería de polietileno pero de menores diámetros (1/2”, 3/4” y 1”) con sus correspondientes poliválvulas, las cuales bordean las manzanas y alimentan las viviendas por medio de las acometidas. Estas cuentan con un centro de medición (medidor doméstico de desplazamiento positivo, tipo diafragma, regulador doméstico tipo diafragma y válvula esférica de corte), que reducen la presión de entrada a las viviendas.

La red se compone en líneas troncales y anillos secundarios. Las redes troncales constituyen el conjunto de tuberías y de accesorios de polietileno, debidamente acoplados que conforman el sistema a través del cual se distribuye el gas domiciliario por vías y zonas públicas de la ciudad y, son las encargadas de alimentar los anillos secundarios.

Estas pueden tener diámetros de 6”, 4”, 3” y 2”, cubren varias manzanas o barrios y generalmente están construidas en forma de mallas, lo cual permite garantizar la continuidad del servicio en caso de corte del suministro por daño, en algún tramo del sistema.

La confiabilidad en el suministro de gas natural se logra aumentando el número de rutas posibles del fluido en su camino a los clientes, una de las formas de conseguirlo es instalando redes en forma de circuitos cerrados alrededor de las manzanas, (cubren generalmente de una a tres manzanas de clientes), llamados anillos secundarios, (de ellos parten las acometidas) y están construidos en tubería de polietileno de diámetros de 1/2”, 3/4”, y 1” pulgadas, según los requerimientos de diseño.

3.6.3 Descripción Del Manejo de Proyectos de Redes

Para la realización de los proyectos de redes, el cliente asigna las órdenes de trabajo a través del Software GASPLUS, por medio del cual se descarga un listado de las órdenes a realizar, y se clasifican los trabajos según el tiempo de ejecución de los mismos.

Para los proyectos cuya realización requiera más de dos días de labor se debe tener en cuenta el mantenimiento de los registros en carpetas separadas y clasificadas por etapas de ejecución del proyecto²⁰.

El manejo de estos proyectos también se describe en el diagrama de flujo de la empresa.²¹

3.7 PLAN DE CALIDAD

El plan de calidad de la empresa, en lo que a proyectos respecta, trata básicamente sobre la especificación de las actividades que se ejecutan, verifican y controlan en la construcción y mantenimiento de redes. El alcance de este, va para todas las actividades de mantenimiento y construcción de redes de gas en la ciudad de Cartagena y el responsable es el Ingeniero de Redes.

Dentro de este plan también se contempla la parte de Seguridad y protección del personal, en la red interna de la empresa se mantiene la documentación original del Sistema de Gestión de la Integral, localizada a través de una carpeta llamada S.G.I ECA LTDA como acceso directo en el escritorio de los computadores de la empresa, a través esta carpeta todos los funcionarios pueden consultar la documentación requerida.

²⁰ Ver Anexo 1: Clasificación de Carpetas.

²¹ Ver Anexo 2: Diagrama de Flujo ECA Ltda.

Los cambios realizados a estos documentos son controlados con una contraseña que únicamente maneja el responsable del proceso de Gestión de procesos y el Representante de la Gerencia.

Si hay fallas en la red se recurre al responsable de Gestión de Procesos quien realiza copias de seguridad de las carpetas que contienen los documentos originales, cada vez que se incluye o actualiza un documento.

3.7.1 CICLO PDCA²²

²² Ver Anexo 3: Ciclo PDCA ECA Ltda.

4. CAPITULO IV: SITUACION ACTUAL

En capítulos anteriores se hizo énfasis en la ambientación de la empresa, donde se explico claramente la situación actual de la empresa en cuanto a proyectos. Se aclaró que los proyectos que se realizan en la empresa son denominados como troncales y anillos secundarios, estos últimos se despliegan luego de construidos las redes troncales.

4.1 ¿QUE CAMBIAR EN ECA LTDA?

Las actividades que se realizan dentro de los proyectos de construcción de gas, independientemente de que se desarrolle un proyecto de troncal o anillo o de la magnitud de los mismos, son las mismas en general. La diferencia radica en que, cuando es un proyecto de anillo, previamente hubo que realizarse un proyecto de troncal, pero las actividades son las mismas; es decir, la trayectoria es la que varia, las troncales forman rutas en línea recta y el diámetro de las tuberías es mayor, como se explico antes; y los anillos son de forma oval o circular con tuberías de menor diámetro. Pese a estas diferencias, las actividades son las mismas.

Los proyectos de redes de gas, que la empresa maneja, varían en sus tiempos de ejecución según la trayectoria de los mismos, es por esto que en esta parte se van a considerar los proyectos que hayan tomado el mayor tiempo en ser ejecutados. De esta forma se pretende tener en cuenta todas las posibilidades, en cuanto a duración de proyectos de refiere, para ofrecer una mejor respuesta ante la solución que se quiere presentar.

Los proyectos de mayor magnitud tienen una duración de 130 días y pueden presentar algunas inconsistencias, representadas en atrasos, a pesar de estos tiempos ya tengan incluido un porcentaje de seguridad.

A continuación, se relacionan los proyectos que se han realizado en la empresa, los tiempos de ejecución de los mismos y las fechas pactadas para entrega. Esta información se presenta en calidad de resumen ya que, por motivos de confidencialidad, no se pudo acceder a la información con mayor profundidad, pero los datos recopilados son los que nos interesan y nos permiten representar la situación a atacar.

Proyecto	Pacto(Días)	Duración (Días)
A	90	91
B	120	120
C	95	95
D	90	90
E	130	134
F	130	130

Los proyectos E y F fueron desarrollados de manera simultánea, lo cual represento algunos inconvenientes que se aprecian en los 134 días que tardo el proyecto E en ser entregado un margen de 4 días sobre la fecha pactada para la entrega del proyecto, esto se presento por problemas en una maquina que podía ser reemplazada pero el proyecto F ya la tenía bajo su custodia para proceder. El proyecto F logro el cumplimiento de la fecha pactada.

Son estos proyectos los que entraran a consideración, por su largo periodo de duración ante los demás y por la simultaneidad con la que fueron realizados, en la siguiente parte se podrá apreciar el modelo del proyecto y el tiempo de duración del mismo por actividades.

4.1.1 PERT

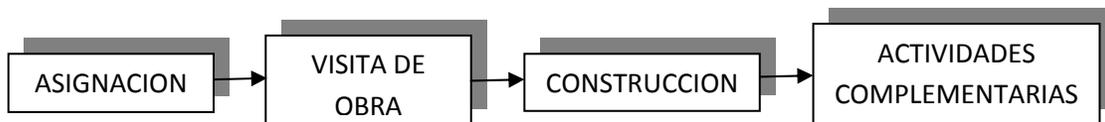
En la empresa, se consideran las plantillas de proyecto de acuerdo a las que permitan un mejor análisis de las redes de proyectos. Estas se especifican así, según las actividades descritas en el plan de calidad.

PROCESO	VARIABLES	ID	ACTIVIDADES	PROCEDENCIA	DURACION (Días)
Asignación	N/A	A	Cronograma	-	3
Visita de Obra	Fotografías del estado inicial del sitio a ejecutar la obra	B	Fotografía In Situ	-	1
Construcción	Señalización	C	Colocación de colombina	B	2
		D	Colocación cinta de señalización	C	6
	Canalización	E	Perfilada	A	15
		F	Excavación	E	16
	Instalación de tubería	G	Soldadura Socket	F	10
		H	Soldadura Tope	G	13
	Empalme	I	Empalme por fusión de fibra óptica	H	11
	Prueba de hermeticidad	J	Neumática	I	9
		K	hidrostática	J	11
	Puesta en servicio	L	Despresurización	K	8
		M	inertización	L	4
		N	gasificación	M	5
	Resanes	O	Fundido In Situ	N	10
P		Premezclado	O	5	
Actividades complementarias	Reporte de Medida de Redes	Q	Diligenciamiento manual	D,P	1

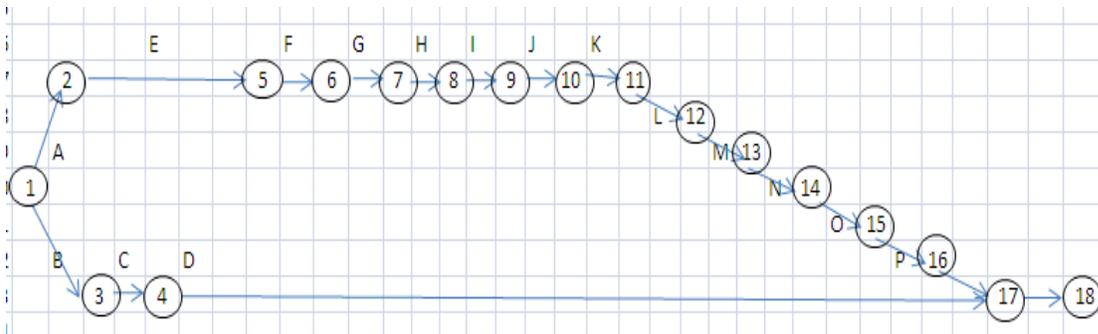
Este es el modelo actual utilizado por la empresa, en cuanto a tiempos, actividades y precedencias, de los procesos adyacentes a la ejecución de proyectos.

Red de Proyecto

La red de proyecto se desglosa sobre los tres procesos que conforman la realización de un proyecto, Asignación, Visita de Obra, construcción y Actividades Complementarias, las cuales a su vez constituyen los procesos para la consecución de las mismas.



Para la construcción de la Red De Proyectos, se tuvo en cuenta la totalidad de estas actividades, así:

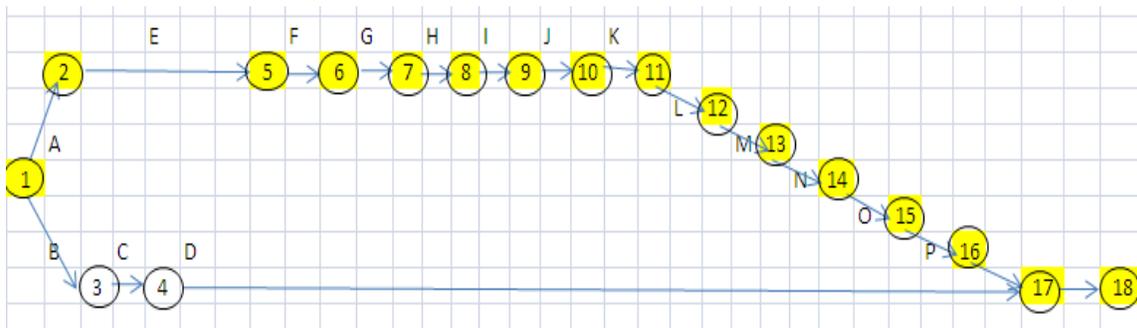


La red del proyecto, relaciona todas las actividades del mismo hasta la consecución final de todos los procesos.

Luego de establecida la red del proyecto, se procede a establecer la cadena crítica del proyectos según la red de actividades.

Ruta crítica

De la red de proyecto se puede observar que el conjunto de actividades dependientes cuya sumatoria de tiempos de las actividades es la más larga dentro del proyecto es la precedida por las actividades A, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P y Q.



La ruta crítica del proyecto, está marcada por el conjunto de círculos azules, el cual representa la línea de duración más larga. En total, esta línea tiene una duración de 89 días.

Para poder establecer lo que hay que cambiar en la metodología convencional, que es utilizada en ECA Ltda., para la ejecución de proyectos, es importante explorar cada causa aparente, teniendo en cuenta que lo que se pretende dejar claro es que no es importante que cada actividad se termine a tiempo, sino que el proyecto se termine a tiempo.

Entonces, los efectos indeseables que aparecen cuando en ECA Ltda., no se terminan las tareas a tiempo, no se cumple con los requerimientos y se excede el presupuesto, se resumen en:

1. Incumplimiento en pacto de entrega de proyectos.
2. Cambios en programación de actividades.
3. No hay disponibilidad de recursos asignados al proyecto.

4. No se dispone a tiempo de los recursos asignados al proyecto.
5. La priorización de proyectos crea conflictos.
6. El presupuesto se altera.
7. Se presenta reproceso.

Dentro del ambiente común de proyectos, la causa principal de estos efectos indeseables es la incertidumbre y la forma en que son administrados los proyectos. Lo cual para el caso de ECA Ltda., es totalmente aplicable.

4.1.2 Nubes De Quejas

Conflicto Raiz

Con lo que ya se sabe, se va a proceder a identificar el problema raíz de estos efectos indeseables, para lo cual se le pregunto a las personas que dieron algún problema (Efecto Indeseable EIDE) para que hable un poco más de él, y porque este le incomoda.

Nubes De Quejas

Ahora, se van a atacar los efectos indeseables que pueden presentarse en la ejecución de proyectos los cuales, sin importar su naturaleza, existen en la mayoría de proyectos.

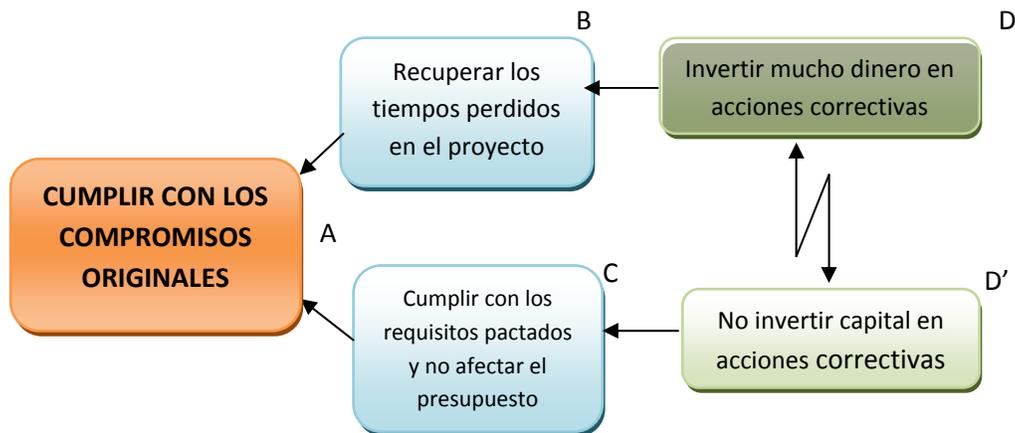
Entonces, siempre que haya una queja constante se determina la aplicación de una acción correctiva que aun no se ha aplicado y que generalmente no se tiene en cuenta y esto se da porque cada acción correctiva trae consigo una serie de ramificaciones negativas.

Nube de queja 1: Incumplimiento en fechas entrega.

Para cumplir con las fechas pactadas hay que tener en cuenta los imprevistos que se puedan presentar sobre las actividades ejecutadas en la empresa, para esto se sugiere un reajuste en los tiempos programados para cada actividad que se vea afectada por dichos imprevistos.

Supuestos:

- Imprevistos
- El cumplimiento en fechas de entrega representa la generación de ventaja competitiva, aumento en la confiabilidad de la empresa y un crecimiento en el retorno sobre la inversión ROI.



Otros supuestos:

BD:

- Si no se invierte en Acciones correctivas no se podrá cumplir con la fecha de entrega pactada.
- Los requerimientos del proyecto ya están establecidos.

CD:

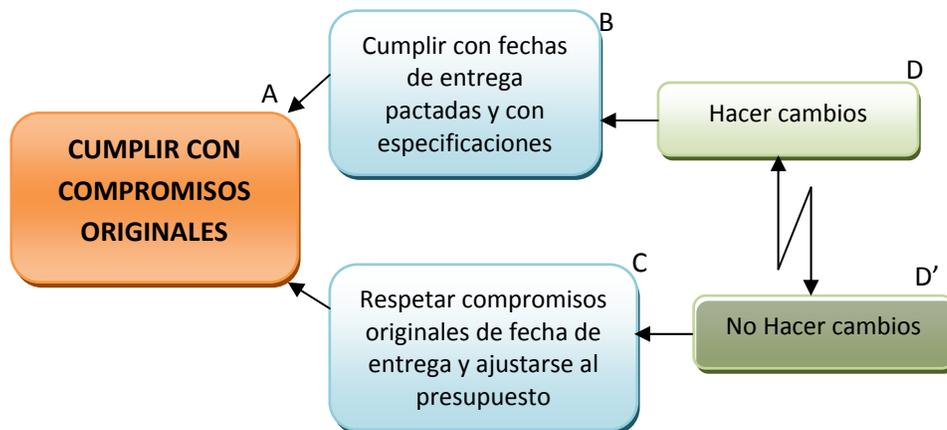
- El presupuesto y los requerimientos del proyecto ya están pactados.
- El costo de las acciones correctivas afecta el presupuesto.

Nube de queja 2: Cambios en la programación original.

Para cumplir con los compromisos originales establecidos es necesario respetar los requisitos originales en cuanto a fechas de entrega del proyecto.

Supuestos:

- Los compromisos de fecha de entrega y requerimientos ya están establecidos.
- Los clientes quieren recibir lo que necesitan de acuerdo a especificaciones.



Otros Supuestos:

DB: El cliente demanda el cambio o este se hace necesario para el cumplimiento de una actividad.

CA: La fecha de entrega limite y el presupuesto ya están establecidos.

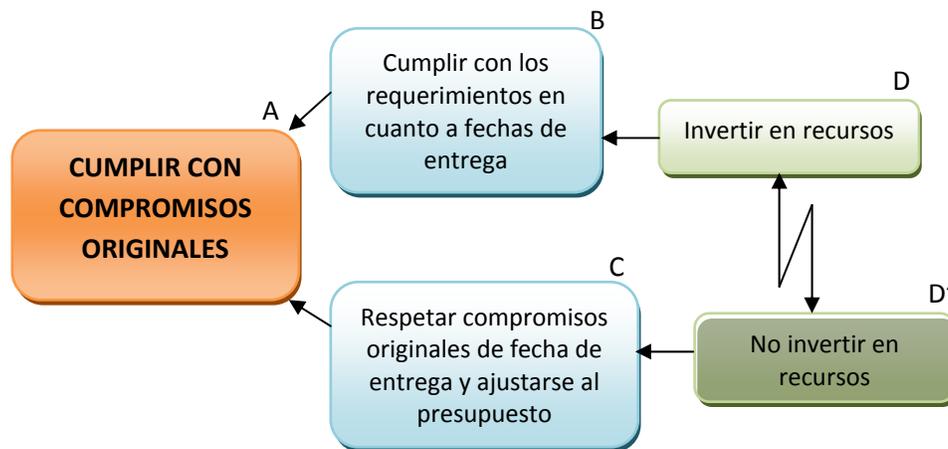
DC: El hacer cambios pone en peligro el cumplimiento con la fecha de entrega y los lineamientos del presupuesto.

Nube de queja 3: No se dispone de los recursos aun cuando estos fueron prometidos dentro de la programación del proyecto.

Para disponer de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades dentro del proyecto se requiere tener una cantidad justa para asignarlos a cada proyecto, de manera que se cuente con estos siempre que sea necesario.

Supuestos:

- Se realizan proyectos simultáneamente con recursos compartidos.
- Los compromisos de fecha de entrega y requerimientos ya esta establecidos.



Otros supuestos:

DB: Se hace necesaria la inversión para el cumplimiento de las fechas de entrega.

CA: La fecha de entrega limite y el presupuesto ya están establecidos.

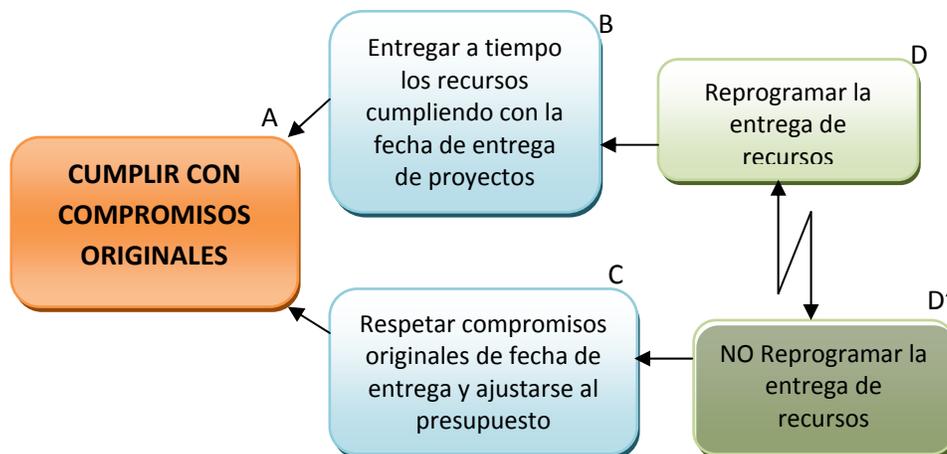
DC: El invertir afecta el presupuesto y los requerimientos originales.

Nube de queja 4: No se dispone a tiempo de los recursos necesarios para la ejecución de proyectos.

Para disponer de los recursos a tiempo se debe programar la entrega de los mismos de manera previa de acuerdo con la fecha de asignación y la de entrega de proyecto.

Supuestos:

- Los recursos están en buen estado pero ociosos en la bodega de la empresa.
- Los recursos son asignados previamente a cada proyecto.



Otros Supuestos:

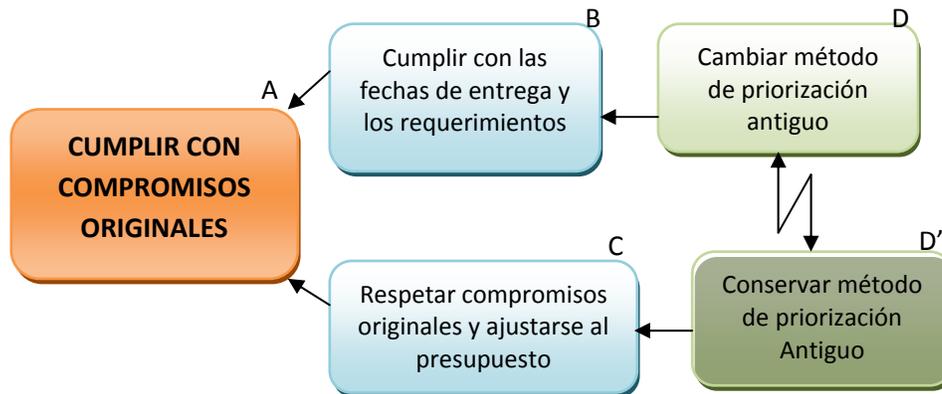
DB: Las consideraciones de tiempo forzaron a que se asignaran recursos en fechas pactadas pero la entrega de estos no se llevo a tiempo.

DC: La reprogramación afectaría la fecha de entrega y el presupuesto original.

CA: La fecha de entrega y el presupuesto ya están establecidos.

Nube de queja 5: Conflicto por priorización de proyectos.

Para evitar el conflicto que se presenta a la hora de establecer el orden prioritario de los proyectos se debe establecer un método de priorización que vaya de acuerdo con la urgencia del proyecto en cuanto a fecha de entrega y especificaciones.



Otros supuestos:

DB: Se hace necesario mecanizar la priorización para cumplir con fechas de entrega y requisitos originales.

DC: La mecanización implica un costo sobre el presupuesto alterando el compromiso original.

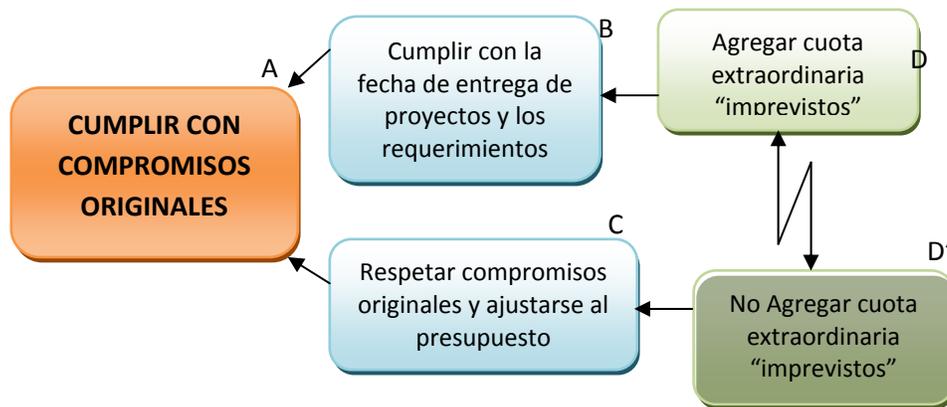
CA: Las fechas de entrega y el presupuesto están establecidos.

Nube de queja 6: Incremento en el presupuesto.

Para no incrementar el presupuesto original se debe tratar de ajustar cada actividad a lo que está pactado y contar con una cuota extra sobre el presupuesto, denominada “imprevistos”.

Supuestos:

- El presupuesto esta ceñido al transcurrir normal de las actividades del proyecto.
- La fecha de entrega y los requerimientos ya están pactados.



Otros supuestos:

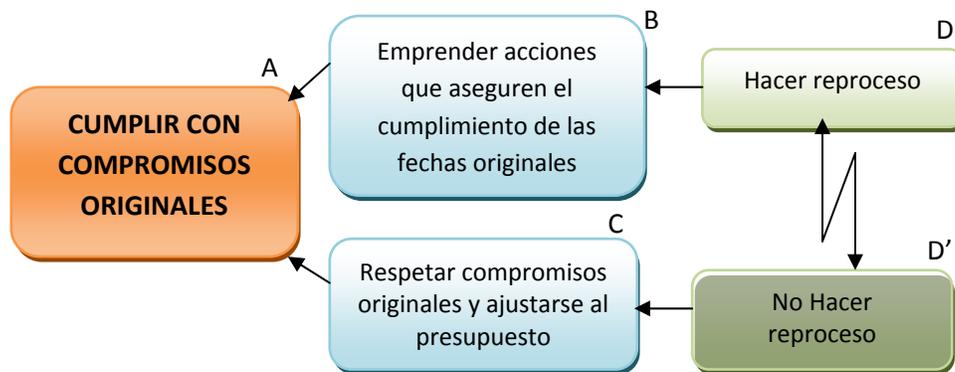
DB: Se dispone de dinero extra libre para la utilización.

DC: El cambio del presupuesto afecta el compromiso original.

AC: La fecha de entrega y el presupuesto ya están pactados.

Nube de queja 7:

Para terminar a tiempo el proyecto, se debe comenzar sin las especificaciones finales, lo cual de seguro conducirá a repetir algunos trabajos, para ajustarlos a las especificaciones finales.



Otros supuestos:

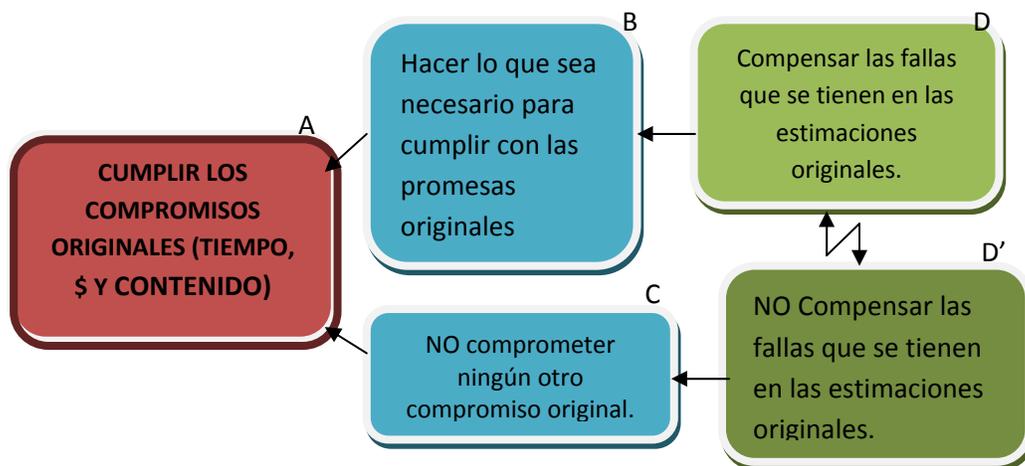
DB: Se cuenta con el tiempo suficiente para perfeccionar o rehacer una actividad.

DC: El hacer reproceso puede afectar los compromisos originales.

AC: El presupuesto y la fecha de entrega ya están establecidos.

7.2.2 Nube de la administración de proyectos

Todos los efectos indeseados que se presentan en ECA Ltda., o en cualquier empresa de proyectos, se pueden relacionar con la nube de queja de la administración de proyecto. Aquí, se puede ver no tiene ningún sentido que se siga llegando a un arreglo a medias entre D y D', ya que de esta forma es que se llega a los efectos indeseables. Para esto se van a establecer algunos supuestos en relación con la siguiente nube.



Supuestos:

- AB: Las promesas originales son realistas.
- BD: La seguridad que se permite incluir en la planeación no es suficiente para cubrir los imprevistos.
- CD': Todos los compromisos originales son significativamente importantes para el éxito del proyecto.

Dirección De La Solución

Siguiendo con la idea anterior, en ECA Ltda., corresponde atacar cada efecto indeseable desde los supuesto que surgen de cada conexión; es decir, se va a determinar cual conflicto generado por un supuesto esta errado, para atacarlo y poder proceder a la implementación de una solución.

Atacando las Conexiones

Para la conexión AB: En ECA Ltda., un proyecto de gasificación puede tardar máximo 130 días en ser entregado bajo las especificaciones iniciales dadas. Estos 130 días están repartidos en cada actividad, pero existen actividades independientes que se desarrollan de manera simultánea.

Esto solo se demuestra con el hecho de que a pesar de que estos proyectos son terminados después de 115 o 120 días, solo se entregan en la fecha pactada. Lo cual indica que el resto de días es la seguridad que se le agrega a proyectos de gran magnitud cuando hay más de uno con las mismas características que se realizan simultáneamente. O cuando hay proyectos simultáneos con recursos compartidos, para minimizar el impacto que esta restricción pueda tener sobre el cumplimiento de la fecha de entrega.

Los compromisos originales no son realistas porque, a pesar de que se le incluye seguridad a cada actividad y también la final del proyecto, esta se desperdicia y siempre se terminan las actividades antes de lo planeado. Ahora, esta negatividad fácilmente representa la creación de una ventaja competitiva que podría contribuir de manera notable al aumento de la confiabilidad de la empresa.

Otros compromisos originales, como las especificaciones técnicas, los establece SURTIGAS en calidad de cliente.

En cuanto al presupuesto, este se pacta de manera anticipada y se presenta ante el cliente para su aprobación con una nota adjunta que permite dejar claro, que pueden ocurrir variaciones con las que se tendría que incurrir en incrementos que ellos tendrían que cubrir, una vez se justifique este exceso. Visto así, tampoco es muy realista el compromiso del presupuesto, lo cual también dejaría abierta la oportunidad de hacer compromisos más ambiciosos con SURTIGAS.

Para la conexión CD: Con anterioridad se dijo que la prioridad de ECA Ltda., es la de cumplir con los compromisos pactados en cuanto a fechas de entrega y requerimientos. Pero en el proceso de gasificación se podría utilizar tecnología avanzada que, aunque representarían una inversión, esta no sería mayor a lo que normalmente se paga por la tecnología utilizada actualmente. Esta inversión arrojaría resultados en reducción de tiempos de ejecución de actividades, pero esto no es una observación que tenga alguna validez para lo que se pretende atacar con la administración de proyectos de Goldratt, porque se crea una dependencia ante la localización de una tecnología específica.

Para la conexión BD: Anteriormente se dijo que los compromisos adquiridos no parecen ser realistas y esto conlleva a establecer que hay bastante seguridad incluida en cada actividad del proyecto, la cual garantiza protección ante los imprevistos que se podrían presentar. El hecho es que la seguridad es tanta que suelen presentarse desperdicios, se termina temprano el proyecto pero se entrega según lo pactado.

Para lograr un incremento en la eficiencia de las actividades hay que cambiar la forma en que dicha seguridad es usada y como se distribuye en cada actividad.

4.1.3 Seguridad en Estimaciones

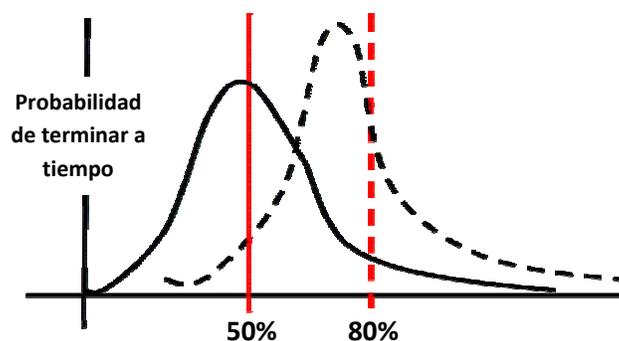
En ECA Ltda., se incluye la seguridad de tal manera que cada actividad o tarea, sujeta a un proyecto, se logre terminar a tiempo, pero al final de estas estimaciones individuales, se agrega otro porcentaje de seguridad que implica la terminación del proyecto a tiempo. De igual forma, estos tiempos no se establecen bajo ningún estándar, simplemente se tiene en cuenta un alto nivel de incertidumbre.

Luego, dados los tiempos reales más la seguridad y la incertidumbre, se pacta una fecha de entrega, la cual se convierte en uno de los compromisos dado por las estimaciones.

Estimaciones Realistas

Para la empresa, es importante cumplir con las fechas pactadas para la entrega de los proyectos la cual asegura la confiabilidad que posee, agregándole un cierto nivel de seguridad a las estimaciones para que se transformen en realistas.

Para esto se van a elegir nuevas estimaciones que superen el 50% de probabilidad de cumplimiento incluyendo cierto porcentaje de seguridad sobre la estimación realista. También se va a considerar que debido a la incertidumbre tan alta que existe en ECA Ltda., se va a manejar una distribución asimétrica así:



Aquí se nota que existe una probabilidad del 50% de terminar el proyecto antes de la fecha pactada pero también existe un porcentaje del 80% de terminarlo después de la fecha pactada, o justo en la fecha indicada. Esto solo demuestra que cuando se decide dar una estimación con el 80% de probabilidad de terminación es muy grande.

Para saber qué pasa con esta seguridad, aun cuando se sabe por lo menos la mitad del tiempo estimado es seguro y que generalmente las tareas no se terminan antes del tiempo estimado.

LA LEY DE PARKINSON

En la empresa, el trabajo suele extenderse tanto que se dispone de todo el tiempo asignado para su terminación. Las tareas no se terminan antes de tiempo porque se quiere mantener el nivel de confiabilidad, pero aun cuando en la empresa ocurre que muchas tareas son terminadas antes de lo planeado, no se empieza una nueva tarea sino hasta la fecha establecida como para el inicio de esta.

Este comportamiento también se da porque:

- Se escoge una estimación sin mucha seguridad incluida, se tiene una alta probabilidad de incumplir con el compromiso de entrega.
- Existe mucha presión para que los empleados sean eficientes.
- Si se reporta un final temprano, se recortaran las estimaciones para la próxima oportunidad.
- Utilizan el tiempo sobrante para perfeccionar el trabajo en vez de reportar un final temprano.

La ley de Parkinson, se aplica en ECA Ltda., por estas razones, las cuales pueden presentarse en cualquier ambiente de proyectos ya que es muy común el

pensamiento de protección ante los vitales intereses de los individuos para asegurar que estos siguen siendo considerados como personas confiables.

El enfoque que hay en la empresa por proteger los tiempos de terminación de cada tarea genera estos síntomas de la ley de Parkinson y del síndrome del estudiante.

4.1.4 Ambiente Multi-Proyectos

Como se ha explicado anteriormente, en ECA Ltda., diferentes recursos trabajan en muchos proyectos y existen varios proyectos abiertos, que utilizan los mismos recursos.

El director de los diferentes proyectos es el mismo ingeniero civil, la empresa solo cuenta con uno, lo cual obliga a luchar y presionar constantemente por los diferentes recursos según la urgencia que el ingeniero manifieste. Esto obliga a que se presenten las multi-tareas en los recursos, ya que las prioridades obedecen al criterio de una sola persona para diferentes proyectos.

4.1.5 Malas Multi-Tareas

Un recurso que se le asigna a varios proyectos simultáneos y que crea un conflicto es el ingeniero de Redes, el cual debe tratar de supervisar y controlar la asignación de cada recurso en cada proceso de varios proyectos. Esto a su vez crea una confusión en el mismo, porque es él quien debe establecer las prioridades a la hora de utilizar dichos recursos.

Este también se debe esforzar por cumplir con las fechas de entrega pactadas, lo cual lo obliga a hacer sobre esfuerzos de un lugar a otro para conseguir el avance

de ambos proyectos y se crea la dependencia de que si el ingeniero de redes no está para aprobar una solicitud o asignar recursos, el proyecto se detiene.

El ingeniero de redes sería la causa raíz de todas las multi-tareas malas, ya que esta restricción afecta los alistamientos, pero el mayor daño está en el aumento del lead time lo que afecta notablemente a todos los proyectos.

4.1.6 ¿Qué Cambiar?

El problema raíz es la forma de operar, ya que se procura por terminar cada tarea a tiempo confiando que esto contribuye a que el proyecto se termine a tiempo.

Hay que eliminar los compromisos que se establecen con las estimaciones y disminuir las multi-tareas malas.

5. CAPITULO V: DIRECCION DE LA SOLUCION

5.1 ¿HACIA QUE CAMBIAR?

Sabiendo los efectos indeseables que se presentan cuando se ejecutan proyectos de la forma en que en ECA Ltda., se ejecutan, se van a introducir estrategias que permitan la creación de una ventaja competitiva decisiva satisfaciendo una necesidad significativa de los clientes.

Se va a lograr que ECA Ltda., sea reconocida ante su mercado como una empresa extremadamente confiable con el contenido de los proyectos y los precios.

La oferta de confiabilidad que se pretende crear es la de entregar proyectos a tiempo o antes del tiempo pactado, incluyendo en el plan de cada proyecto una penalización por día de atraso y un reconocimiento por día de adelanto, esto solo pretende demostrar que la solución del proyecto está generando más dinero y de esta forma vender confiabilidad.

Por último se va a sostener la oferta a todo costo: sabiendo cual es el límite de proyectos a aceptar o elevar la capacidad del sistema en ECA Ltda. Considerando el proyecto inicie con las condiciones mínimas necesarias (Full - Kit)

Siguiendo con lo que se sabe de la situación actual de la empresa y lo que se pretende cambiar, se inicia con la solución de las multi-tareas que se presentan en la empresa.

5.1.1 Solución Del Vicio De Las Multi-Tareas

En ECA Ltda., el vicio de las multi-tareas se desarrolla así, siguiendo una secuencia:

- Los problemas inciden muy constantemente.
- El mismo día que se presenta un problema, este es reportado y asignado al ingeniero de Redes.
- El ingeniero de Redes tiene muchos problemas que resolver.
- No se puede disponer inmediatamente de otros recursos que se necesitan para la solución de los problemas.
- Surgen las multi-tareas malas.
- El tiempo total para solucionar un problema se incrementa.

Este círculo se repite y se repite hasta que el ingeniero tiene más y más problemas, surgen más y más multitareas y el tiempo total para solucionar el problema se incrementa más y más. Este círculo Se presenta cuando un Efecto Indeseable empeora la causa que lo origina, razón por la cual se vuelve más y más extremo.

Para romper un círculo vicioso se tiene que ir en contra de la práctica común, aunque también parezca ir contra el actual sentido común.

Entonces, siguiendo con lo anterior, se rompe el círculo vicioso de las multitareas así:

- Los problemas inciden muy constantemente.
- Se establece una nueva política que indica que solo se pueden reportar 3 problemas diarios al ingeniero de Redes.

- Las multitareas se presentan en menor constancia.
- Los problemas se solucionan más rápidamente.
- Cada vez hay menos y menos problemas sin asignar.
- Se minimiza el tiempo total para reducir un problema.

Este círculo permite disminuir las malas multitareas, asignando un número de problemas diarios, menor que permite poco a poco irlos solucionando y sin afectar el transcurrir normal del proyecto.

Esto solo concluye que entre más rápido se empiece el proyecto, más rápido se va a terminar y esto es lo que hace que se presente el círculo vicioso de forma inevitable.

Ahora la solución se dirige hacia la programación escalonada para la asignación de los proyectos.

5.1.2 Programación Escalonada

Para esta parte se van a identificar varios aspectos:

- ¿Dónde es más probable que los proyectos se atoren?

Los proyectos en ECA Ltda., se atoran de manera más probable en la asignación de recursos cuando se presentan los efectos indeseables. Esto sucede porque las prioridades para la utilización de cada recurso se inclinan hacia la urgencia que se presente.

- ¿Dónde es más probable que los proyectos ocasionen malas multitareas?

De igual forma puede ser probable que la asignación de recursos o las prioridades que se consideren para atacar los efectos indeseables, sean las causantes de las multitareas malas.

- ¿Cuál es el recurso más importante a explotar?

Todo lo anterior coincide en que el ingeniero de Redes, el cual es el encargado de la asignación de recursos para cada problema que se presente, es el recurso más importante a explotar, pero todo esto va relacionado con el planteamiento de que, según la capacidad del ingeniero, se considerara una estrategia que permita establecer la cantidad de proyectos a abarcar según los requerimientos del cliente.

La respuesta a todos los interrogantes anteriores es el ingeniero de Redes.

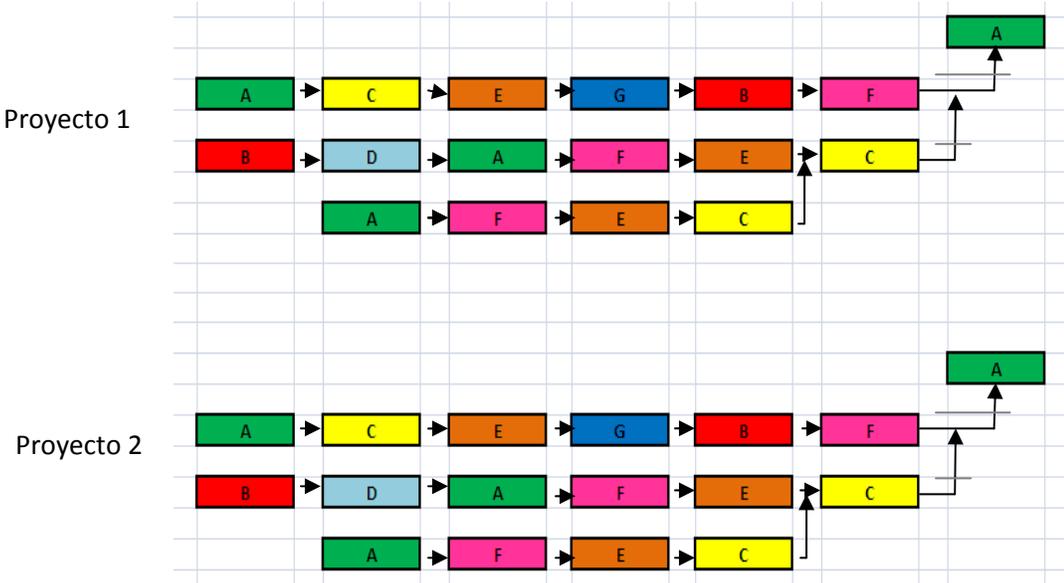
Los recursos que se tendrán en cuenta, correspondientes al proyecto de gasificación, son:

ACTIVIDADES	RECURSOS FISICOS	RECURSOS HUMANOS		
Cronograma	Equipos informáticos	Ingeniero de Redes	A	A
Fotografía In Situ	cámara fotográfica	Ingeniero de Redes	B	A
Colocación de colombina	colombinas	Ingeniero de Redes	C	A
Colocación cinta de señalización	cintas de señalización	supervisor de Redes	D	B
Perfilada	herramientas menores	cuadrillas de obra civil	E	C
Excavación	retroexcavadora	excavadores	F	D
Soldadura Socket	equipos de soldadura	Técnicos de Redes	G	E
Soldadura Tope	equipos de soldadura	Técnicos de Redes	H	E
Empalme por fusión de fibra óptica	maquina empalmadora por fusión	técnicos varios	I	F
Neumática	compresor	Inspector redes	J	G
hidrostática	compresor	Técnicos de Redes	K	E
Despresurización	compresor	supervisor de Redes	L	B
amortización	compresor	técnicos varios	M	F
gasificación	compresor	técnicos varios	N	F
Fundido In Situ	compactador	cuadrilla de obra civil	O	C
Premezclado	mezclador mixer	cuadrilla de obra civil	P	C
Diligenciamiento manual	localizador satelital GPS	Ingeniero de Redes	Q	A

Pero para la dirección de la solución, se tendrán en cuenta los recursos humanos, considerando que estos son los que presentan el mayor índice de efectos indeseables antes descritos y también, que la restricción del sistema antes descrita data del Ingeniero de Redes, para lo cual en RH ECA Ltda., cuenta con lo siguiente:

CARGO	COLOR	ID	CANTIDAD
Ingeniero de Redes	Verde	A	1
Supervisor de Redes	Rojo	B	3
Cuadrillas de obra civil	Amarillo	C	12
Excavadores	Cian	D	12
Técnicos de Redes	Naranja	E	6
Técnico varios	Rosa	F	15
Inspector de Redes	Azul	G	1
TOTAL			51

Como dictar las prioridades no es suficiente para minimizar las malas multitareas, se deben escalonar los proyectos, de acuerdo con el PERT actual, así:

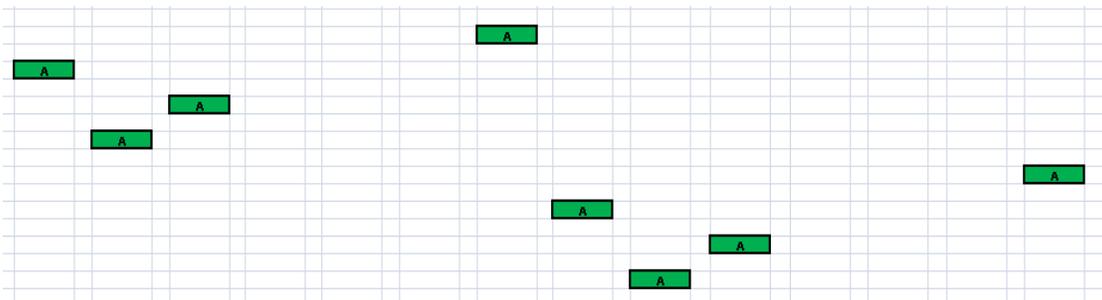


Ahora, para seguir con las consideraciones de la programación escalonada, se identifica el recurso con mayor carga:

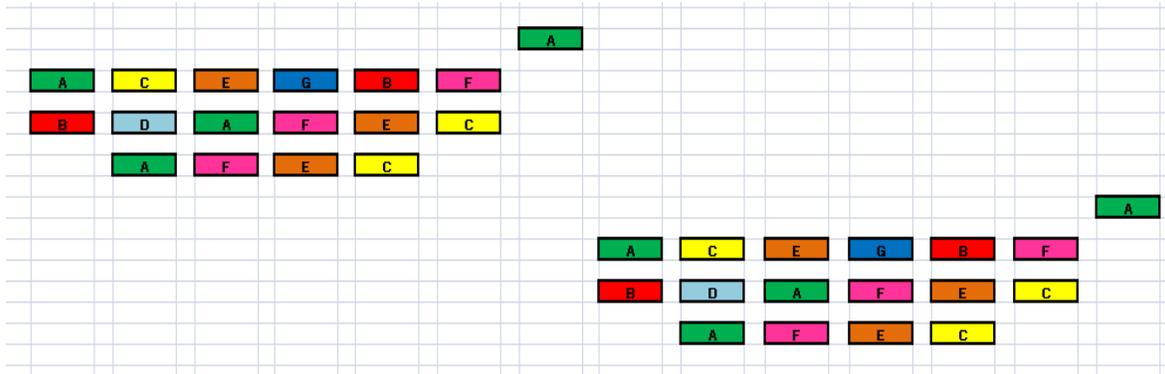


El recurso con mayor carga, como se aprecia en la tabla de la página anterior, resulta ser el Ingeniero de Redes.

Luego, se va a programar el trabajo de ese recurso teniendo en cuenta sus limitaciones de capacidad.



Por último se planean todos los proyectos acorde con el programa desarrollado para el recurso más cargado.



De acuerdo a esto se podrán pactar fechas de entrega confiables y se evitara el conflicto entre recursos.

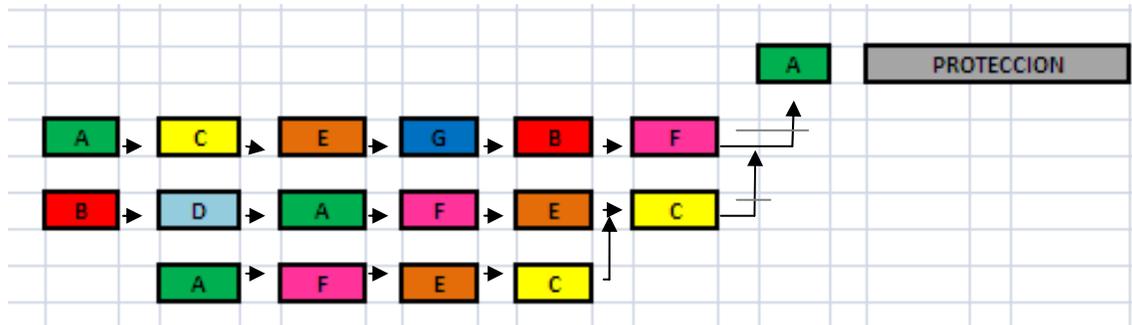
Las recomendaciones para esta solución son las de no asignar más trabajo aunque los recursos estén ociosos y tampoco se debe perder tiempo resolviendo las disputas entre los recursos, de igual forma estas siempre van a aparecer con Murphy.²³

5.1.3 El Lugar Apropiado De La Seguridad

Para acabar con el estándar que se maneja en la empresa que indica que lo importante es terminar cada tarea a tiempo, es importante reconocer que lo que realmente interesa es terminar el proyecto a tiempo.

Para esto, es preciso entender que la seguridad incluida en cada tarea no se debe desperdiciar, lo cual obliga a trasladar esa seguridad hasta el final del proyecto para proteger todo el proyecto y no cada actividad del mismo.

²³ Ley de Murphy: Si sabes que una cosa puede ir mal y tomas todas las precauciones irá mal otra cosa.



Para neutralizar los mecanismos por los cuales la seguridad incluida en las tareas es desperdiciada, se va a reducir las estimaciones a la mitad.

Esto nos ofrece el beneficio de que nadie va a trabajar sintiendo que hay suficiente tiempo para desperdiciar, lo que elimina la anteriormente nombrada Ley de Parkinson y El Síndrome del Estudiante. Esto también acercará el tiempo requerido para terminar una tarea ya que la seguridad agregada es más de la mitad.

Pero para toda esta solución, es necesaria la cooperación de todo el personal que se relaciona al proyecto, la idea es que entiendan que gran parte de la seguridad será reinsertada en el plan (al final del proyecto) y será usada para protegerlo contra Murphy, así como también se debe informar que la Gerencia no convertirá las nuevas estimaciones en compromisos; no es obligación alcanzar estas estimaciones más cortas.

La seguridad que debe agregarse al final del proyecto, no necesariamente va a ser la que dio como resultado al unir las seguridades de cada tarea, simplemente se va a considerar la seguridad que realmente sea necesaria.

Ahora, se va a disminuir a la mitad la seguridad que se obtuvo para el final del proyecto. Así:

Anteriormente se tenía que:



Ahora se reduce así:



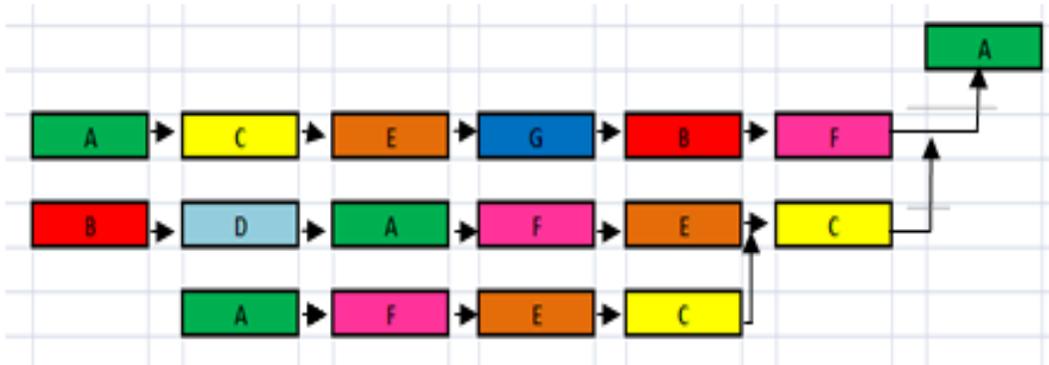
Para desarrollar la solución, se usan los pasos que establece la teoría de restricciones, con el método de la Cadena Crítica.

5.2 EL METODO DE LA CADENA CRÍTICA

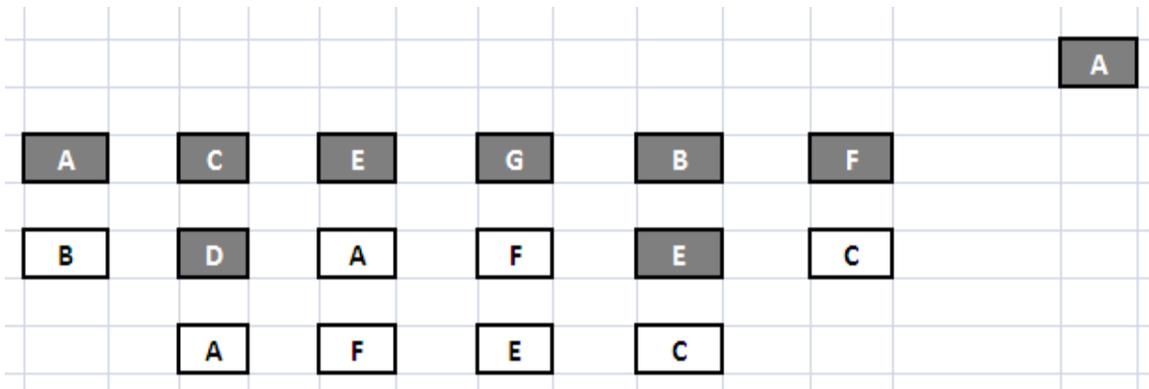
Para continuar con el desarrollo de la solución, se seguirán los pasos establecidos por TOC:

- Identificar la restricción del sistema.

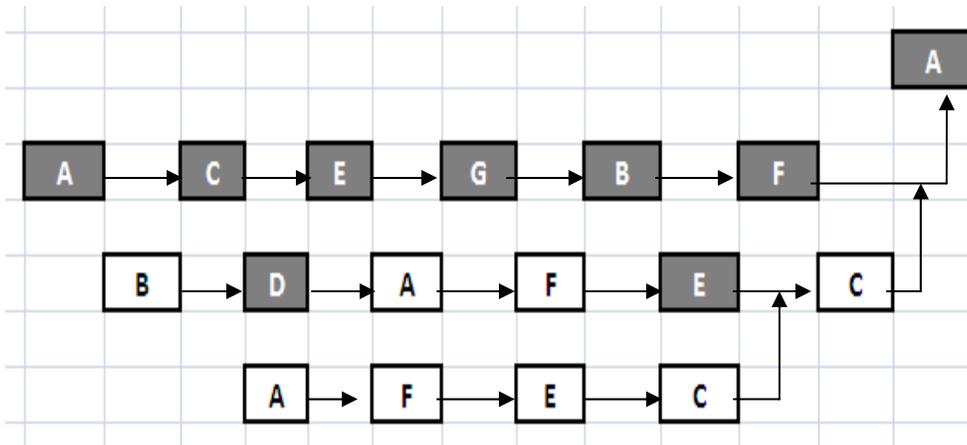
El lead time del proyecto, lo define la cadena más larga de tareas dependientes, en ECA Ltda., se define así:



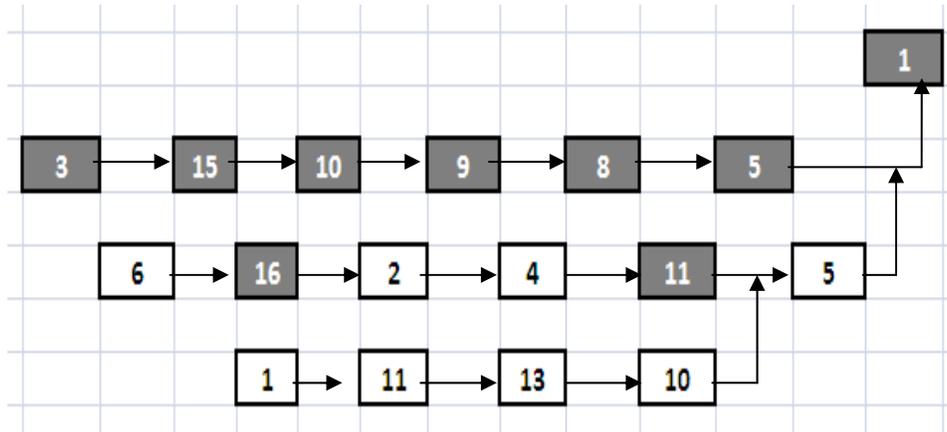
Teniendo en cuenta las dependencias previamente establecidas, se tiene que la cadena crítica está conformada de la siguiente forma:



Entonces, considerando las contenciones entre cada recurso queda así:



En cuestión de tiempos de duración, el modelo queda así:



Donde la cadena crítica tiene una duración de 78 días de los 130 del total de la duración del proyecto.

Esta cadena crítica, aún si existen dependencias entre los recursos, depende de la decisión de qué tarea realizar primero.

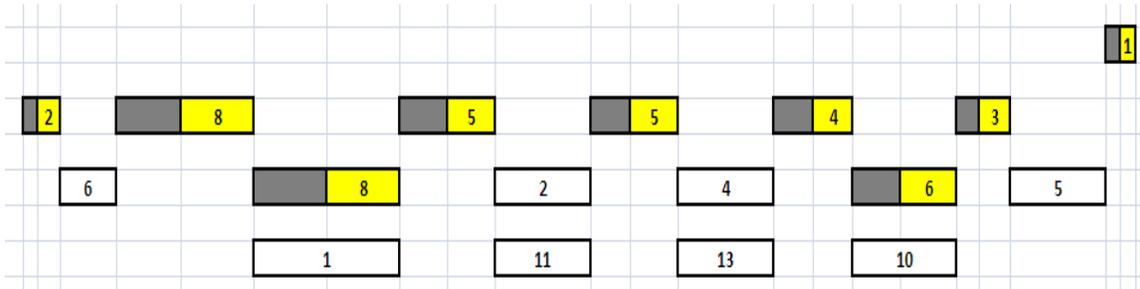
- Decidir como explotar la restricción del sistema.

Contrario a lo que viene presentándose en la empresa en cuanto al desperdicio de la seguridad, se va a agregar la seguridad incluida en cada tarea de la cadena crítica y se usara para proteger todo el proyecto. Reduciendo los tiempos de duración de cada tarea a la mitad, sabiendo lo que implica la realización de cada actividad para así definir, que procesos, dentro de la misma, pueden ser eliminados o reducidos en cuanto a la importancia que representen para la culminación del proyecto así:

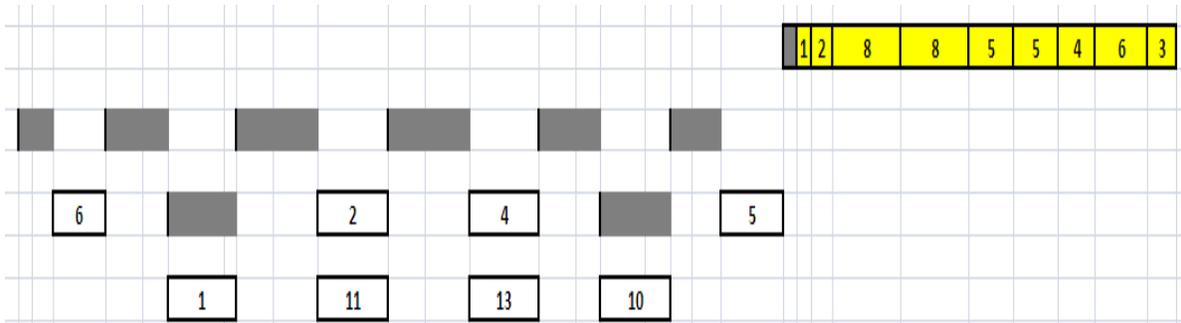
Ver Anexo 5 “P-924-3 **INSTALACION DE TUBERIAS DE P E**” y Anexo 6 “**E-924-3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE REDES**” al final de este documento.

PROCESO	VARIABLES	ID	ACTIVIDADES	PRO	DURACION (Días)	R	D
Asignación	N/A	A	Cronograma	-	3	A	2
Visita de Obra	Fotografías del estado inicial del sitio a ejecutar la obra	B	Fotografía In Situ	-	1	A	
Construcción	Señalización	C	Colocación de colombina	B	2	A	
		D	Colocación cinta de señalización	C	6	B	
	Canalización	E	Perfilada	A	15	C	8
		F	Excavación	E	16	D	8
	Instalación de tubería	G	Soldadura Socket	F	10	E	5
		H	Soldadura Tope	G	13	E	
	Empalme	I	Empalme por fusión de fibra óptica	H	11	F	
	Prueba de hermeticidad	J	Neumática	I	9	G	5
		K	hidrostática	J	11	E	6
	Puesta en servicio	L	Despresurización	K	8	B	4
		M	inertización	L	4	F	
		N	gasificación	M	5	F	3
	Resanes	O	Fundido In Situ	N	10	C	
		P	Premezclado	O	5	C	
Actividades complementarias	Reporte de Medida de Redes	Q	Diligenciamiento manual	D,P	1	A	1

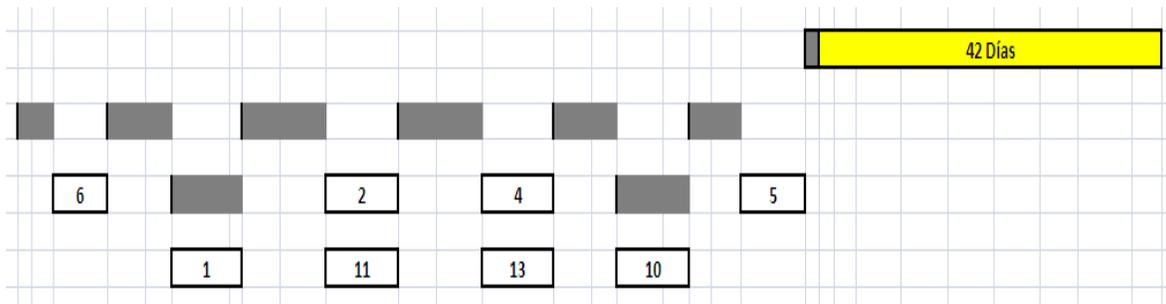
Si se reducen a la mitad los tiempos de duración de cada tarea en la cadena crítica, esta queda así:



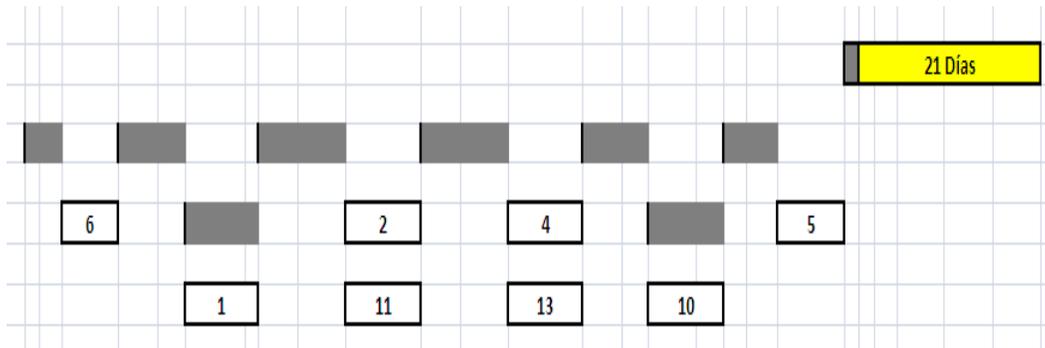
Ahora, se le agrega esta seguridad al final del proyecto, se quita la seguridad de cada tarea y la colocamos al final.



Esta seguridad da un total de 42 días de seguridad para el proyecto.



Luego, se procede a utilizar la seguridad incluida como amortiguador de terminación para proteger todo el proyecto.



Los cuadros grises representan la cadena crítica del proyecto y el color amarillo es el amortiguador de terminación del proyecto.

Este amortiguador de seguridad resulta ser un tercio del valor total de la cadena crítica original del proyecto.

- Subordinar todo acorde con la decisión anterior.

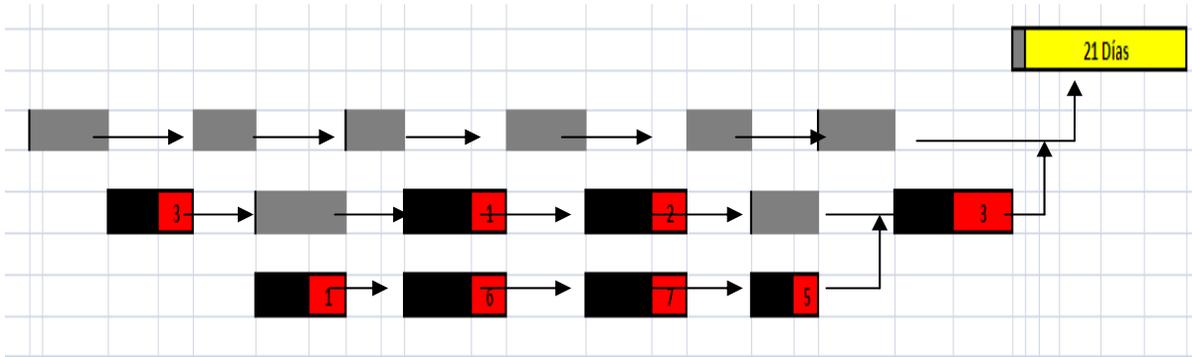
Los resultados que se han obtenido con la solución de la cadena crítica permiten direccionar los proyectos de esta forma, ya que se está logrando la creación de la ventaja competitiva pretendida y un notable aumento en la confiabilidad de la empresa si en ella se llegan a realizar dichos cambios.

Ahora, para avanzar bajo un orden de ideas coherente, es bueno pactar que los retrasos en las diferentes tareas, que no están incluidas dentro de la cadena crítica, no deben causar retrasos en la cadena crítica.

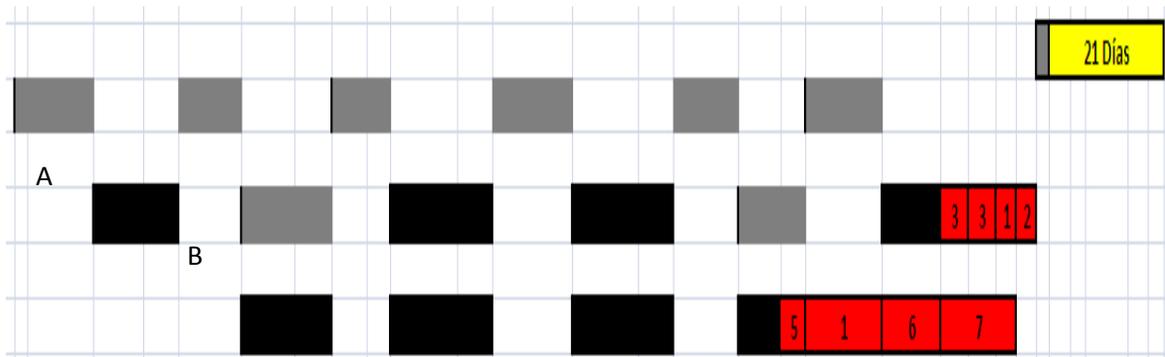
Entonces, vamos a sujetar a estas tareas a la misma decisión que tomamos para las tareas de la cadena crítica, lo cual indica que se va a cortar la estimación de cada una de estas tareas a la mitad. Así:

PROCESO	VARIABLES	ID	ACTIVIDADES	PRO	DURACION (Días)	R	D
Asignación	N/A	A	Cronograma	-	3	A	2
Visita de Obra	Fotografías del estado inicial del sitio a ejecutar la obra	B	Fotografía In Situ	-	1	A	1
Construcción	Señalización	C	Colocación de colombina	B	2	A	1
		D	Colocación cinta de señalización	C	6	B	3
	Canalización	E	Perfilada	A	15	C	8
		F	Excavación	E	16	D	8
	Instalación de tubería	G	Soldadura Socket	F	10	E	5
		H	Soldadura Tope	G	13	E	7
	Empalme	I	Empalme por fusión de fibra óptica	H	11	F	6
	Prueba de hermeticidad	J	Neumática	I	9	G	5
		K	hidrostática	J	11	E	6
	Puesta en servicio	L	Despresurización	K	8	B	4
		M	inertizacion	L	4	F	2
		N	gasificación	M	5	F	3
	Resanes	O	Fundido In Situ	N	10	C	5
		P	Premezclado	O	5	C	3
Actividades complementarias	Reporte de Medida de Redes	Q	Diligenciamiento manual	D,P	1	A	1

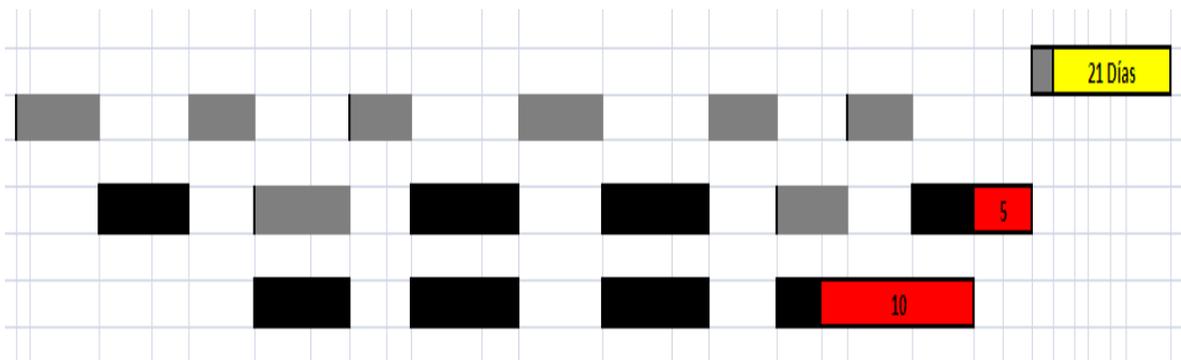
El color rojo representa la reducción de estos tiempos en las tareas que no están dentro de la cadena crítica, el modelo viene así:



Ahora, se va a agregar esta seguridad justo en el punto de alimentación de estas actividades.



Esta seguridad para la línea A, arroja un total de 9 días y para la línea B son 19 días. Ahora cortamos esta seguridad a la mitad; es decir, para la línea A será 5 días y para la B será 10 días. Esto queda así:



Se corta el tiempo agregado a la mitad y este es usado como un amortiguador de alimentación para proteger a la cadena crítica. Así tenemos en color rojo los amortiguadores de alimentación y el color amarillo el amortiguador de alimentación del proyecto.

Estos amortiguadores de alimentación, son incluidos para atacar los inicios tardíos Vs los inicios tempranos, en donde el inicio temprano provee mayor seguridad y el tardío maximiza el ROI y minimiza las malas multitareas.

Vista la parte estructural de la solución, en cuanto al mecanismo de planeación de los proyectos, se requiere involucrar un cambio en la ejecución de los mismos.

5.2.1 Gerencia De Amortiguadores

Para establecer las prioridades de las actividades de cada proyecto, se va a tener en cuenta el tipo y porcentaje de consumo de los amortiguadores de terminación y de alimentación. Esto se explica sabiendo que cualquier retraso en una tarea que hace parte de la cadena crítica se traslada en un consumo del amortiguador de terminación y cualquier retraso que se presente en una tarea que no esté dentro de la cadena crítica, se traslada en un consumo del amortiguador de alimentación.

Cuando se ha consumido completamente el amortiguador de alimentación, la tarea que ocasiona el retraso comienza a consumir el amortiguador de terminación.

Cada progreso que se presente frecuentemente en los recursos va a permitir un seguimiento efectivo del consumo de los amortiguadores, en ECA Ltda., este avance se reporta según las horas que se invierten en una tarea, pero lo importante verdaderamente es saber cuándo será terminado un proyecto.

Algunas consideraciones importantes en cuanto a las prioridades de las tareas de cada proyecto consisten en que, una tarea localizada en una cadena que ha comenzado a consumir un amortiguador de terminación, siempre tiene mayor prioridad que una tarea localizada en una cadena que está consumiendo un amortiguador de alimentación y una tarea tiene mayor prioridad cuando un más alto porcentaje del amortiguador se ha consumido al final de su cadena.

Las prioridades se deben dar: primero, acorde con el tipo de amortiguador consumido y segundo, acorde con el porcentaje consumido del amortiguador.

Lo importante de cada proyecto es terminarlo a tiempo, sin importar lo que suceda. Esto se logra cuando la mayor parte de la concentración del ingeniero de redes esta en cada tarea que está dentro de la cadena crítica que ha consumido la mayor cantidad del amortiguador.

Ahora, el criterio para juzgar el estado de cada proyecto debe ser efectivo; es decir, este debe permitir comparar el proyecto actual con otros proyectos.

Para garantizar la efectividad de dicho criterio, se hace necesario el establecimiento de algunas mediciones.

5.2.2 Mediciones

Estas mediciones corresponden al criterio que nos permitirá comparar el proyecto con otros, basadas en los criterios de:

- Porcentaje de las actividades dentro de la cadena crítica que se han completado.

En este medidor se debe tener en cuenta que la cadena crítica determina el lead-time del proyecto. Entonces, el progreso de un proyecto debería ser determinado

acorde con el porcentaje de la cadena crítica que se ha completado. El lead – time de este proyecto es de 78 días, correspondientes a la duración total de las actividades dentro de la cadena crítica.

- Porcentaje del amortiguador de terminación consumido comparado con el porcentaje de la cadena crítica completado.

En este punto se podrían presentar dos situaciones, la primera sugiere que si el 50% de la cadena crítica se ha terminado y el amortiguador de terminación se ha consumido en un 20%, no hay razón para preocuparse por la terminación del proyecto. Pero de igual forma se ha terminado el 50% de la cadena crítica y el amortiguador de terminación se ha consumido en un 80%, existe un riesgo que causara preocupación.

Este medidor simplemente permite visualizar si el progreso del proyecto es satisfactorio o no y establecer acciones correctivas.

- La tasa de consumo del amortiguador de terminación.

Ahora es necesaria saber si el proyecto está bajo control y la efectividad de las acciones correctivas, de ser el caso, para esto se debe medir la tasa de consumo del amortiguador de terminación.

El amortiguador de terminación de este proyecto es de 21 días, correspondientes a 1/3 del lead-time del proyecto. Si en un intervalo de tiempo, la tasa de consumo del amortiguador es mayor a 1/3 del intervalo del tiempo completo, es porque hay problemas con el proyecto. Es decir, si se tomaron acciones correctivas en cierto tiempo, pero varios días adicionales del amortiguador de terminación se han consumido, hay problemas en el proyecto.

Caso contrario a lo anterior, si la tasa de consumo del amortiguador es menor a $1/3$ del intervalo de tiempo completo, indica que la seguridad del proyecto ha aumentado y el proyecto acepto efectivamente las acciones correctivas y se está recuperando.

6. CAPITULO VI: INDUCCION DEL CAMBIO EN ECA LTDA.

En este punto se establecen las pautas que la empresa debe considerar a la hora de realizar la implementación de la solución, teniendo en cuenta los aspectos más importantes que garantizaran los mejores resultados en la práctica.

6.1 GUIA PARA LA IMPLEMENTACION

La guía para la implementación, va sujeta a los puntos clave para desarrollar la solución de manera eficiente, donde cada uno de estos aspectos son los que en su momento representan los obstáculos que evitan la consecución de la implementación de la solución, es en donde generalmente se presentan aquellas excusas que no permiten la implementación, estos se detallan así:

1. Persuasión al cliente: Para esto es necesario sacar al cliente de la autocomplacencia demostrando la importancia de cómo siendo confiables en las promesas de entrega, es posible elevar las ventas. Al elevarse la satisfacción del cliente (SURTIGAS) este va a preferir a ECA Ltda., debido a que una entrega tardía genera una consecuencia mayor. Es de anotar que los competidores de la empresa tienen el mismo nivel de entrega, por lo que al mejorar esta sustancialmente, va a generar beneficios importantes al cliente y esta confiabilidad en la entrega se convertirá en una ventaja competitiva de la empresa.
2. Seminario en la Solución de proyectos de TOC en cadena crítica: Sugiere que los funcionarios importantes de ECA conozcan la solución de Cadena Crítica para proyectos.
3. Formación del equipo de implementación: Los funcionarios previamente preparados se alistan para una implementación detallada haciendo un cronograma detallado, como el que se describe a continuación.

6.1.1 Cronograma De Implementación De la Solución de La Cadena Crítica Para Mejorar El Tiempo De Entrega De Los Proyectos:

	Quincenas					
	1	2	3	4	5	6
Reducción de Malas Multitareas						
Crear infraestructura de Full Kit						
Crear la infraestructura para la Planeación						
Crear la infraestructura para la Ejecución						
Aprender a manejar las interrupciones del cliente (SURTIGAS)						

Este cronograma garantiza la efectividad de la implementación desde la fecha hasta un máximo de 3 meses, logrando la creación de la ventaja competitiva en cuanto al mejoramiento de las fechas de entrega de los proyectos.

Para tratar cada una de las actividades se recomienda que:

- Para la reducción de las malas multitareas: Se hace necesario congelar los proyectos abiertos, acelerar los proyectos que quedan abiertos, descongelar proyectos inmediatamente se van terminando. Esto garantiza el cumplimiento de las fechas y evita sobrecargas en la capacidad de la empresa, así como también, los recursos con multitareas.

- Para Crear infraestructura de Full Kit²⁴: Se debe trabajar en las preparaciones de acuerdo a las prioridades definiendo las preparaciones, definiendo que es full kit para cada proyecto. Con esto se logra saber si un proyecto se inicia o no según las condiciones mínimas para la ejecución de este.
- Para Crear la infraestructura para la Planeación: Esta se logra definiendo el software necesario para manejar la red de proyecto, definiendo la cadena crítica dentro de la red de proyecto y aprendiendo a escalonar los proyectos. En el caso del uso de un software, se recomiendan Ps-8²⁵, Spherical Angle y Realization.
- Para Crear la infraestructura para la Ejecución: Es aquí donde se debe crear el reporte de cuanto falta para terminar tareas, teniendo en cuenta la administración de las tareas comenzadas, la gerencia de proyecto, el ajuste en el tambor virtual del sistema y la creación del reporte de avance del proyecto. Esto se puede lograr teniendo en cuenta los medidores del proyecto previamente establecidos, % ya terminado de la cadena critica, % ya consumido del amortiguador de terminación en relación con el porcentaje ya terminado de la cadena critica y la tasa de consumo del amortiguador.
- Para aprender a manejar las interrupciones del cliente (SURTIGAS): Se debe aprender a cuantificar el impacto que tiene una modificación o una interrupción que tiene sobre la terminación del proyecto y tener un mecanismo de comunicación con el cliente para que entienda cual es impacto que tiene su interrupción sobre el proyecto. Para esto se recomienda entregar informes de avance que permitan que el cliente presente sus modificaciones a tiempo

²⁴ Full Kit: Asegurarse que los proyectos comienzan con las condiciones mínimas necesarias.

²⁵ Software PS-8 es el más económico del mercado pero apropiado para este tipo de ambiente.

imponiendo una fecha límite y algunas consideraciones sobre las tareas a realizar Vs las fechas de entrega pactadas. Esto es con el fin de permitirles participación pero ya con una restricción de tiempo y de lugar.

CONCLUSIONES

Con la solución anterior se obtienen resultados realmente significantes que contribuyen al crecimiento de la confiabilidad de la empresa. Queda demostrado que la ventaja competitiva tiene unas bases muy solidas donde se garantiza la reducción de los tiempos de ejecución de los proyectos, llevando al máximo los recursos que intervienen en el mismo y sin afectar la calidad que ofrece la empresa desde siempre.

Esta realidad actual estaba dada por tiempos de ejecución de proyectos de hasta 130 días, donde se presentaban conflictos entre recursos los cuales, a su vez, traían consigo una serie de efectos indeseables que afectaban la fecha de entrega, o que por el contrario representaba recursos ociosos que incluían una seguridad muy extensa.

Ahora se va a garantizar la entrega de los proyectos en 78 días, con la explotación al máximo de los recursos restrictivos, la calidad en los procesos que siempre ha caracterizado a la empresa y totalmente garantizado; es decir, multas por atraso y reconocimientos por entrega temprana.

Toda esta solución también permite que la empresa pueda comprometerse con un mayor número de proyectos a realizar, ya que la medida permite ver la disponibilidad de los recursos y el tiempo disponible para fechas específicas. Esto se hace con el fin de afianzar la preferencia, a la hora de realizar proyectos, que SURTIGAS como cliente, siempre ha mostrado por ECA Ltda.

Luego de los aportes significativos que la solución le brinda a la empresa en caso de ser aplicada, se dictan algunas recomendaciones sobre puntos a tener en

cuenta para la efectividad de la implementación, con esto se pretende avanzar en la práctica de acuerdo a la ventaja competitiva que nació con la solución.

Este último aporte constituye la creación de una estrategia que permitirá aplicar satisfactoriamente el cambio que se va a presentar en la realidad actual de la empresa.

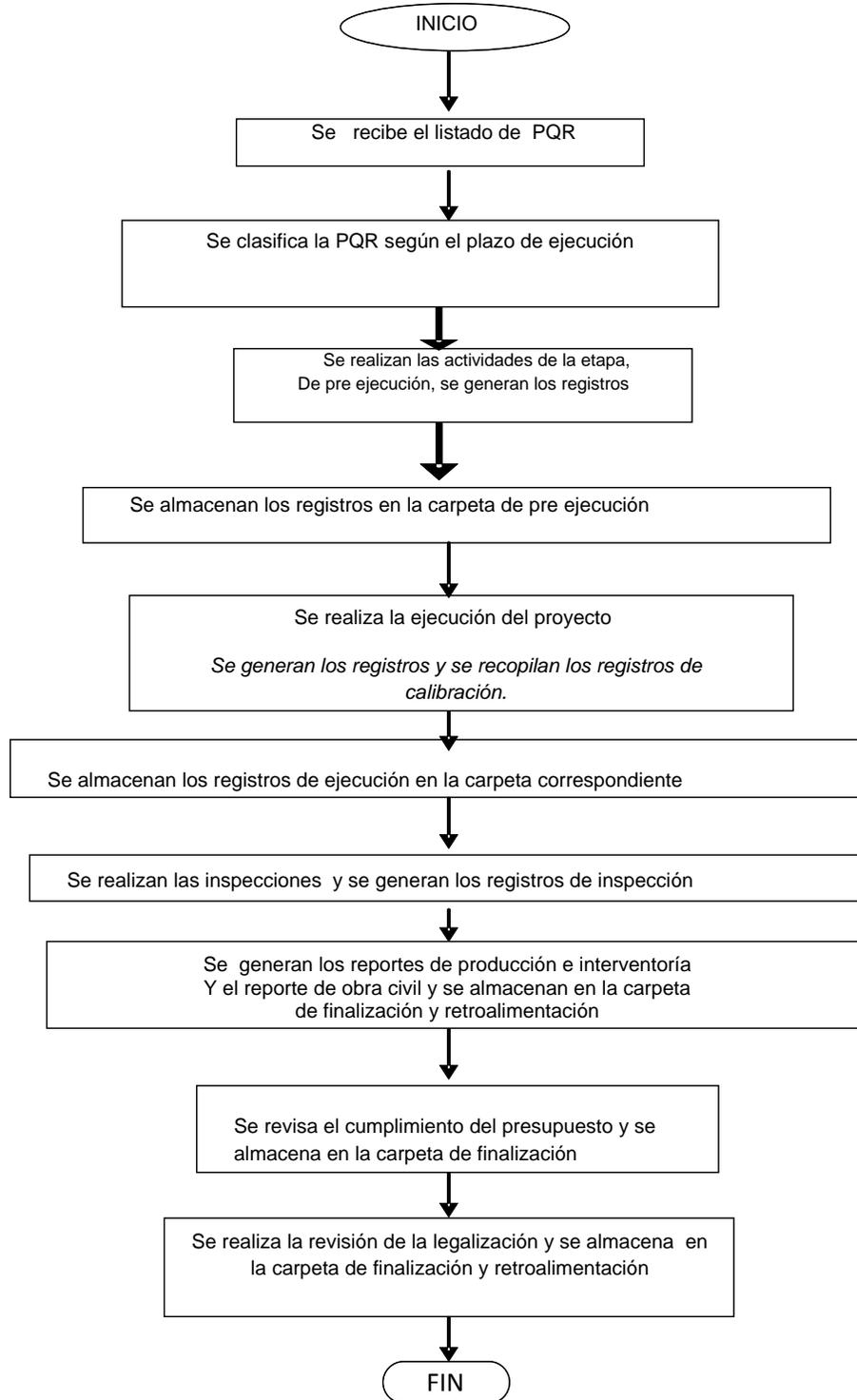
BIBLIOGRAFÍA

- **GOLDRATT, Eliyahu M.** *Cadena Crítica: Una novela empresarial sobre la Gestión de Proyectos.* 1ª Edición Madrid; DIAZ DE SANTOS, S.A. 2001. 304 Pág.
- **GOLDRATT, Eliyahu M.** *Cadena crítica.* 1ª Edición México, DF; Castillo, 2000. 244 Pág.
- **ANTILL, James M.,** *Método de la ruta crítica y su aplicación a la construcción.* 1ª Edición México, D. F: Limusa 1994.
- **GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff.** *LA META: “Un proceso de mejora continua”.* 2da Edición. Editorial Castillo.

PAGINAS WEB:

- <http://es.wikipedia.org>
- www.goldratt.com
- <http://www.toc-goldratt.com>
- www.eligoldratt.com

Anexo 2: Diagrama de Flujo ECA Ltda.



Anexo 3: Ciclo PDCA ECA Ltda.

PLANEAR		HACER					VERIFICAR		ACTUAR		
ACTIVIDADES	VARIABLES	METODO	FRECUENCIA	QUIEN	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA	PROCEDIMIENTO	REGISTRO	RESPONSABLE	METODO	QUE	QUIEN
Asignación	N.A.	Cronograma	Según evento	Cliente	Equipos informáticos	N.A.	Orden de trabajo	Cliente	N.A.	N.A.	N.A.
Visita de obra	Gestión de Recursos	Presupuesto	Según evento	Ing. de redes	N.A.	N.A.	Facturas - Cajas menores	Director administrativo - financiero	Revisión	Adiciones presupuestales	Gerente - D. administrativo y fin
	Fotografías del estado inicial del sitio a ejecutar la	Fotografía in situ	Según evento	Inspector de redes	Camara fotografica	N.A.	Fotos	Ing., Residente de redes	N.A.	-	-
Construcción	Señalización	Colocación de colombina, y cinta de señalización en las obras ejecutadas	Según evento	Supervisor de Redes	Colombinas, Cintas de señalización	N.A.	N.A.	Ing. De Redes	Supervisión	-	-
	Canalización	Perfilada, Excavación a mano y/o maquina	Según evento	Excavadores y cuadrillas de obra civil	Picos, Palas, Monas, Barras, Retroexcavadoras, perfiladoras.	Especificaciones técnicas de redes	Reporte de medida de redes e I.V.T.	Ing. de redes - Interventoria	Medición es en campo	Correcciones de medidas, ajuste de materiales	Ing. de redes
	Instalación de tubería	Soldadura Socket y/o Tope	Según evento	Técnicos de redes	Equipos de soldadura electro fusión y hitas menores	Especificaciones técnicas de redes	N.A.	Técnicos de redes de cliente	El aplicable por el cliente	Nueva pega, corrección de fugas, entre otras.	Tecnico de redes
	Empalme	Empalme por fusión de fibra optica	Según evento	Tecnico de empalme	Maquina empalmadora de fusión	Unir las fibras opticas	N.A.	Empalmador	El aplicable por el cliente	Nuevo empalme,	-
	Prueba de hermeticidad	Neumática, Hidrostática	Según evento	Técnicos de redes	Compresor y hitas menores	Especificaciones técnicas de redes	Prueba de Redes	Técnicos de redes de cliente	El aplicable por el cliente	Nueva pega, corrección de fugas, reemplazar tubería si es el caso	Tecnico de redes
	Puesta en servicio	Despresurización, Inertización, Gasificación.	Según evento	Técnicos de redes	Compresor y hitas menores	Especificaciones técnicas de redes	Formato Gasificación de Redes	Técnicos de redes de cliente	El aplicable por el cliente	-	-
	Resanes	Fundido In Situ y/o Premezclado	Según evento	Cuadrilla de obra civil	Compactor, Placa Compactora, Mezclador, Mixer	Especificaciones técnicas de redes	Reporte de medida de redes e I.V.T.	Ing. Residente de redes	Medidas de fundición	Reemplazar concreto fundido - Corregir de acabados de resanes	Técnicos de obra civil
	Reporte de Medida de Redes	Diligenciamiento manual	Según evento	Ing. Residente de redes	Sistema de información geográfica, localizador satelital G.P.S	Especificaciones técnicas de redes	Reporte de medida de redes e I.V.T.	Interventoria externa, Ingenieros de servicio y mantenimiento del cliente	Las aplicables por el cliente	Corrección de reportes por mal diligenciamiento.	Ingeniero residente de redes

Anexo 4: Perfiles Y Competencias

Ingeniero de Redes, Coordinador de Redes y Supervisor de Redes

EDUCACION	Ingeniero civil titulado o que haya aprobado X semestre.			
FORMACIÓN	Conocimientos en programas informáticos (Autocad) e interpretación de planos.			
		Alto	Medio	Bajo
HABILIDADES Y ACTITUDES	Agudeza visual	X		
	Agudeza auditiva		X	
	Habilidad expresiva	X		
	Capacidad de calculo	X		
	Redacción		X	
	Trabajo de equipo	X		
	Liderazgo	X		
	Orden y organización	X		
	Dominio de tecnologías informáticas y de comunicación	X		
	Manejo de herramientas		X	
	Atención al cliente			X
Manejo de personal	X			
EXPERIENCIA	Experiencia mínima de un año en actividades similares. Educación equivalente a experiencia			

Técnico Albañil, de Pegas de Polietileno Redes y Ayudante de Labores Varias.

EDUCACION	No es necesaria.			
FORMACIÓN	Resanes, manejo de herramientas y materiales.			
		Alto	Medio	Bajo
HABILIDADES Y ACTITUDES	Agudeza visual		X	
	Agudeza auditiva		X	
	Habilidad expresiva			X
	Capacidad de calculo			X
	Redacción			X
	Trabajo de equipo	X		
	Liderazgo		X	
	Orden y organización	X		
	Dominio de tecnologías			X

	informáticas y de comunicación			
EXPERIENCIA	Mínimo 3 meses en cargos similares.			

Excavador

EDUCACION	No es necesaria.			
FORMACIÓN	Resanes, manejo de herramientas y materiales.			
		Alto	Medio	Bajo
HABILIDADES Y ACTITUDES	Agudeza visual		X	
	Agudeza auditiva		X	
	Habilidad expresiva			X
	Capacidad de calculo			X
	Redacción			X
	Trabajo de equipo	X		
	Liderazgo		X	
	Orden y organización	X		
	Dominio de tecnologías informáticas y de comunicación			X
EXPERIENCIA	Mínimo 3 meses en cargos similares.			

Conductor

EDUCACION	No es necesaria.			
FORMACIÓN	Mecánica básica, Licencia de conducción.			
		Alto	Medio	Bajo
HABILIDADES Y ACTITUDES	Agudeza visual	X		
	Agudeza auditiva	X		
	Habilidad expresiva	X		X
	Capacidad de calculo			X
	Redacción			X
	Trabajo de equipo	X		
	Liderazgo		X	
	Orden y organización	X		
	Dominio de tecnologías informáticas y de comunicación			X
EXPERIENCIA	Mínimo 3 meses en cargos similares.			