



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

**PROGRAMACIÓN POR PROYECTO PARA REDUCIR EL COSTO
DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE HELICOIDES EN LA
FACTORIA AGROMAR.**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

CERNA PRÍNCIPE, IRVIN ALEXANDER

ASESOR METODOLOGO:

ING. GUTIÉRREZ PESANTES, ELIAS

ASESOR TEMATICO:

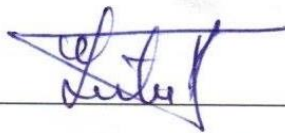
ING. VILLAR TIRAVANTTI, LILY MARGOT

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

PERÚ-2018

PÁGINA DEL JURADO



PRESIDENTE

Dr. Gutiérrez Pesantes, Elías



SECRETARIO

Mg. Gracia Isabel, Galarreta Oliveros



VOCAL

Ing. Villar Tiravanti, Lily Margot

Dedicatoria

Primero a Dios, por darme la vida, a mis queridos padres Sara y Grover, a mi hermana Jazmín, a mi amada esposa Talía y mi principal motivación mi hija Ariana que confiaron en mi esfuerzo y que me brindaron su apoyo cada día para seguir superándome.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por haber permitido cumplir una de mis metas trazadas.

Agradecimiento a mis padres que siempre confiaron en mí, y me dieron su total apoyo en el día a día de mi vida académica.

A mi hija y esposa por su comprensión, en los tiempos que no estuve con ella y darme fuerzas cada vez que me sentía no poder seguir adelante.

También un agradecimiento especial al Dr. Elías Gutiérrez Pesantes y la Ing. Lily Margot Villar Tiravanti por los consejos de docente y de amigo y por la motivación que me daba para seguir mejorando cada día.

Y un agradecimiento también a mis compañeros de trabajo que me apoyaron en este camino a la superación. Gracias.

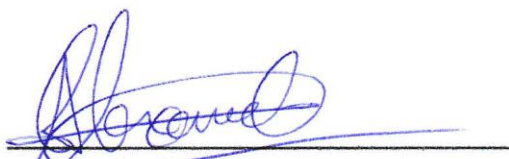
Declaratoria de autenticidad

Yo, Irvin Alexander Cerna Príncipe, con DNI 47002399 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, tanto de los documentos como de la información, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chimbote, Junio del 2018



Irvin Alexander Cerna Príncipe

Presentación

Señores miembros del jurado dictaminador de la presente tesis titulada “PROGRAMACIÓN POR PROYECTO PARA REDUCIR EL COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE HELICOIDES EN LA FACTORÍA AGROMAR.”; en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Industrial de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Como principal objetivo en la presente investigación es cumplir con los requisitos establecidos para contribuir con aportes en la solución del problema en minimizar el costo del mantenimiento correctivo de helicoides. Como ayudar en la comprensión del estudio, así como el análisis de la problemática planteada en este documento y compartir con ustedes la experiencia requerida durante la investigación efectuada.

Por tanto, dejo a su acertado criterio la correspondiente evaluación de este trabajo de investigación, esperando cumplir con todos los requisitos para su oportuna aprobación.

Agradezco, de antemano la atención que se le brinde al presente trabajo, aprovechando la oportunidad para expresar a ustedes mi muestra de nuestra consideración y estima.



Irvin Alexander Cerna Príncipe

Índice de contenidos

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xi
Índice de fórmulas	xii
Índice de anexos	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
Realidad Problemática	17
Trabajos previos	23
Teorías relacionadas al tema	29
Teoría basada en la variable (X): “PERT CPM”	29
Teoría basada en la Dimensión (X) D1 Actividades	32
Teoría basada en la Dimensión (X) D2 Tiempo	35
Teoría basada en la Dimensión (X) D3 Ruta Critica	39
Teoría basada en la Dimensión (X) D4 Costo	44
Teoría basada en la variable Costos Y	45
Teoría basada en la dimensión (Y) d1 Previsión del coste	45
Teoría basada en la dimensión (Y) d2 Estimación del coste	46
Formulación del problema	49
Problema general	49

Justificación del estudio	49
Hipótesis	51
Objetivos.	51
Objetivo general.	51
Objetivos específicos	51
II. MÉTODO	52
Diseño de investigación	52
Variables.	53
Población y muestra	55
Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	55
Técnicas.....	55
Instrumentos de recolección de Datos.....	56
Validez	56
Métodos de análisis de datos.....	57
Análisis descriptivo	57
Análisis inferencial	57
Aspectos éticos.....	57
III. RESULTADOS	58
Situación encontrada de proyecto base (Diagnóstico).	58
Objetivo 1 (D1 Actividades):	58
Objetivo 2 (D2 Tiempo):.....	59
Objetivo 3 (D3 Ruta Crítica):.....	59
Costos realizados por proyecto base Y (Costo):	60
Desarrollo de propuesta 1.....	61
Dimensión D1 (Actividades):	61
Dimensión D2 (Tiempo):	61
Dimensión D3 (Ruta Crítica):	61

Desarrollo de propuesta 2.....	62
Dimensión D1 (actividades):.....	62
Dimensión D2 (Tiempo):	62
Dimensión D3 (Ruta Crítica):	63
Comparación de costos de las propuestas. Dimensión Y:.....	64
Contrastación de hipótesis principal	65
IV. DISCUSIÓN	66
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES.....	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	71
VIII. ANEXOS.....	74

Índice de figuras

Figura 1. Actividades en PERT.....	33
Figura 2. Actividades ficticias en PERT.	34
Figura 3. Formación de red de actividades.....	34
Figura 4. Curva del tiempo promedio.....	36

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de Investigación	52
Tabla 2. Tabla de Operacionalización de variables	54
Tabla 3: Instrumentos de recolección de datos.....	56
Tabla 4. Cumplimiento de la producción 2016 – 2017	59
Tabla 5. Costos Generales 2016 - 2017	60
Tabla 6. Comparación de costos entre propuestas y real 2018.....	64
Tabla 7. Contrastación de hipótesis	65

Índice de fórmulas

Ecuación 1: Tiempo promedio	76
Ecuación 2: Varianza en la distribución de probabilidades.....	76
Ecuación 3: Duración esperada de la ruta	76
Ecuación 4: Variación de la duración de la ruta	76
Ecuación 5: Ecuación con una variable aleatoria	76
Ecuación 6: Variable aleatoria.....	77
Ecuación 7: Calculo de holgura.....	77
Ecuación 8: Holgura de una actividad	77
Ecuación 9: Holgura libre.....	77
Ecuación 10: Holgura de seguridad.....	78
Ecuación 11: Holgura independiente.....	78
Ecuación 12: Holgura de interferencia	78

Índice de anexos

Anexo 1: Prensa de pescado – Doble tornillo.....	74
Anexo 2: Organigrama de Factoría Agromar	75
Anexo 3: Guía de observación	76
Anexo 4: Planimetría de prensa.....	80
Anexo 5: Diagrama Gantt - Diagnostico	81
Anexo 6: listado de actividades del diagnostico.....	82
Anexo 7: Cumplimiento de producción 2016 – 2017.....	83
Anexo 8: Diagnostico encontrado de ruta crítica.	84
Anexo 9: Costos de mano de obra 2016 - 2017.....	85
Anexo 10: Costos de maquinaria 2016 - 2017	86
Anexo 11: Costos generales 2016 - 2017	87
Anexo 12: Listado de actividades Propuesta 1	88
Anexo 13: Tiempo estimado Propuesta 1	89
Anexo 14: Ruta Critica de Propuesta 1	90
Anexo 15: Diagrama Gantt de propuesta 1	91
Anexo 16: Curva de distribución normal propuesta 1	92
Anexo 17: Listado de actividades para la propuesta 2	93
Anexo 18: Tiempo estimado Propuesta 2.....	94
Anexo 19: Ruta critica de la propuesta 2.....	95
Anexo 20: Diagrama Gantt de la Propuesta 2	96
Anexo 21: Curva de distribución normal para la propuesta 2	97
Anexo 22: Costos mano de obra Propuestas vs Real.....	98
Anexo 23: Costo maquinaria Propuesta vs Real	99
Anexo 24: Matriz de Operacionalizacion.....	100

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo fue determinar **la Programación por proyecto para reducir el costo del mantenimiento correctivo de helicoides en la factoría Agromar**. Siendo la población y muestra en estudio de este informe los proyectos solicitados por los clientes. Tras el diagnóstico realizado se encontró que el costo del pre test fue de S/.100 890; y resultando el costo post test para el segundo proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides fue de S/.89 623.45, lo cual significa un ahorro de 11.17%. De igual manera el tiempo de ejecución del pre test fue 43 días, aplicando el método lo redujo a 35 días lo que significó un ahorro en tiempo de 8 días, teniendo 20 actividades en la ruta crítica a controlar para la programación por proyecto. Podemos concluir entonces que con el método PERT CPM con el apoyo del software Pom QM y Win QSB se asegura costos de operación y tiempos más bajos, resultados confirmados por Díaz (2017), teniendo en conclusión que, con los métodos del PERT-CPM se contribuyen con la culminación eficaz de los proyectos de una empresa teniendo el control total o parcial del proyecto.

Palabras clave: Actividades, costo, ruta crítica, tiempo, estimación de coste.

ABSTRACT

The main objective of the present work was to determine the Programming by project to reduce the cost of the corrective maintenance of helicoids in the Agromar factory. Being the population and shows in study of this report the projects requested by the clients. After the diagnosis, it was found that the cost of the pretest was S / .100 890; and resulting the cost post test for the second project of corrective maintenance of helicoids was S / .89 623.45, which means a saving of 11.17%. Similarly, the pre-test execution time was 43 days, applying the method reduced to 35 days which meant a saving in time of 8 days, having 20 activities in the critical route to control for the programming by project. We can conclude then that with the PERT CPM method with the support of the software Pom QM and Win QSB, operating costs and lower times are guaranteed, results confirmed by Díaz (2017), taking into account that, with the PERT-CPM methods, they contribute to the effective completion of a company's projects having total or partial control of the project.

Key word: Activities, cost, critical path, time, cost estimate

I. INTRODUCCIÓN

Las presas de pescado en el sector pesquero son la mejor inversión para una eficiente producción de harina de pescado. El prensado, es el proceso de producción de harina de pescado es básicamente separar la fase sólida de la líquida y la fase líquida separarla en agua y aceite. La eliminación de líquido por medios mecánicos (prensado) es la manera más eficiente y económica comparada con la eliminación térmica. Así mismo algunas de sus ventajas son: a) Alto contenido de sólidos en el material prensado. b) Funcionamiento confiable. c) Diseño robusto. d) Larga vida operativa – menos problemas. e) Accionamiento hidráulico o eléctrico. f) Bajo consumo de energía. g) Prensas instaladas en todas las pesqueras. Para la separación del aceite y el agua del pescado precalentado y coagulado, las prensas de doble tornillo son los mejores equipos que hoy en día hay en la industria. La importancia de un buen prensado significa menos agua para secar en el queque de prensa, un bajo contenido de grasa en el queque de prensa significa un alto contenido proteínico en la harina de pescado la cual será de alta calidad obteniendo un mejor precio en el mercado internacional. También el líquido del proceso de prensado tendrá un bajo contenido de sólidos suspendidos. Las prensas de doble tornillo (Ver Anexo 1) instaladas en las empresas pesqueras varían sus capacidades que van desde 1 a 50 toneladas de materia cruda por hora, y bajo determinadas condiciones y tipo de pescado pueden llegar a valores superiores.

En esta investigación se utilizaron las técnicas PERT – Técnicas de Revisión y Evaluación de Proyectos (del inglés Project Evaluation and Review Techniques) y CPM – Método de la Ruta Crítica (del inglés Critical Path Method) en la programación por proyecto para reducir el costo del mantenimiento correctivo de helicoides en la Factoría Agromar S.A.C. Las técnicas empleadas permitieron la identificación de actividades, la asignación de recursos así también en el objetivo de esta investigación que es el control y reducción de costos del mantenimiento correctivo de los helicoides, los cuales se especificaron mediante cuadros, gráficos y tablas.

Se presenta el organigrama de la empresa y las áreas que estarán involucradas en la investigación son: Producción; Control de calidad; Gestión de proyectos; Contabilidad. Las

cuales son las principales áreas que intervienen durante el mantenimiento correctivo de helicoides realizados en la empresa (Ver Anexo 2).

Realidad Problemática

Según la Sociedad Nacional de Industrias [SIN] (2009), el Sector Metalmecánica, comprende aproximadamente cerca del 30% del universo arancelario correspondiente al sector manufacturero, aproximadamente 2,000 partidas arancelarias. A partir de 1945 se inició la producción de bienes de capital para la minería y en aquel entonces, la naciente industria pesquera y en los años 50 con la puesta en marcha de la siderúrgica de Chimbote. Sus insumos son el metal y las aleaciones de hierro, que procesados arrojan un amplio universo de productos; desde artefactos electrónicos hasta colosales estructuras metálicas. El Sector metalmecánica se encarga de elaborar estos bienes, de instalarlos y darles mantenimiento. Desde el proceso básico de fundición hasta la Industria de Bienes de Capital, el Sector Metalmecánica se divide en términos muy generales en 6 sectores: (a) metálicas básicas, (b) productos metálicos, (c) maquinaria, (d) maquinaria eléctrica, (e) material de transporte y carrocerías; y (f) bienes de capital.

A nivel mundial, los países que presentan mayor desarrollo en esta rama son Estados Unidos, Japón, Alemania y España. Latinoamérica aún se encuentra en vías de desarrollo; sin embargo, El sector metalmecánica peruano ha reportado un pronunciado crecimiento sostenido en los últimos años, actualmente aporta alrededor del 16% del PBI nacional. Históricamente, los sectores más beneficiados de los productos de las metalmecánicas han sido la construcción y la industria manufacturera. Sin embargo, hoy en día la minería no solo es la principal fuente provisor de materias primas para el sector metalmecánico, sino que también ha abierto un nicho importante de mercado para éste, acaparando en el Perú el 50% de su demanda total.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática informa que, la producción nacional en enero de 2015 alcanzó un crecimiento de 1,68%, sumando 66 meses de continuo crecimiento. El resultado del mes fue determinado por la evolución positiva de la mayoría de los sectores, con excepción de la pesca, agropecuaria, manufactura y construcción. Entre los sectores que registraron crecimiento destacan minería e hidrocarburos, financiero y seguros, telecomunicaciones y servicio de información, comercio, y servicios prestados a las empresas, basados principalmente en el desempeño favorable de la demanda interna.

Durante los últimos 12 meses febrero 2014-enero 2015 la actividad económica del país creció 2,15%. Debido al aumento en las actividades en el sector metal mecánico, hace que las empresas analicen y planifiquen sus actividades con el apoyo de software de acuerdo a sus necesidades. La planificación permite definir las secuencias o planes de producción óptimos y la programación logra la asignación eficiente de los recursos a las distintas actividades. Todo con el objetivo de lograr las metas y optimizar resultados. El proceso de globalización, la transformación tecnológica, la competencia entre empresas, las crisis económicas que han venido ocurriendo a través de estos años, han modificado las estructuras productivas de las economías para adecuarse a las nuevas condiciones de competencia nacional, es en este contexto que las empresas han cobrado mayor importancia, siendo ésta la oportunidad más cercana de desarrollo de la creatividad personal de quienes la dirigen; que contribuye con la creación de empleo y al desarrollo del país.

El Perú, considerado el mayor productor de harina de pescado y uno de los principales países de la pesca industrial, concentra a las compañías más relevantes del planeta en el rubro pesquero. En ese sentido, y según cifras difundidas por la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP), la clasificación de las principales empresas del sector tiene a seis firmas que sobresalen por encima del resto. La lista de las compañías pesqueras de mejor desenvolvimiento en los primeros siete meses del año 2017, conforme al más reciente reporte de la SNP sobre las exportaciones pesqueras entre enero y julio del 2017, está integrada por Tecnológica de Alimentos S.A. (Tasa), Pesquera Hayduk S.A., Pesquera Exalmar S.A.A., Pesquera Diamante, Corporación Pesquera Inca S.A.C. (Copeinca) y Austral Group.

Tecnológica de Alimentos S.A., fundada el 14 de agosto del 2002, es la empresa líder de la pesca nacional con el 17.12 % de participación del total de las exportaciones pesqueras peruanas. Firma considerada como una sólida compañía, ética y sostenible que promueve la innovación y operación en armonía con la comunidad y el medio ambiente, hizo envíos por un total de 297,570 toneladas métricas y cerró negocios por un valor de 407.457 millones de dólares entre enero y julio del 2017. Principal productora de harina y aceite de pescado a nivel mundial, Tasa se ha caracterizado por desarrollar sus productos e ingredientes marinos con altos estándares de calidad. Así en exportaciones de pescado congelado, la firma que pertenece al grupo empresarial Breca tiene el 7.55 % de

participación y logró colocar 21,618 toneladas métricas en los mercados internacionales y logró más de once millones de dólares en ingresos. En este rubro, Tasa, que dispone de una de las flotas más importantes del Perú, que consta de 48 embarcaciones con una capacidad de bodega total de 20,150 toneladas métricas, tiene el 26.60 % de participación y es la primera en la clasificación gracias a las 250,350 toneladas métricas que remitió al extranjero y los 353.346 millones de dólares que alcanzó por los negocios que concretó. Tasa produce harina de pescado en doce plantas de producción Steam Dried (secado a vapor), las cuales están ubicadas estratégicamente a lo largo del litoral peruano, próximos a la zona de captura. La compañía del Grupo Breca fue la primera comercializadora de harina de pescado en la clasificación de empresas exportadoras de harina y aceite de pescado del 2016 con una participación de 20.63 % y 24.8 % respectivamente.

Pesquera Hayduk S.A., que el 28 de noviembre de 1991 produjo su primer saco de harina en Coishco (Chimbote), es la segunda principal firma pesquera del país. Fundada por el empresario Eudocio Martínez Torres, esta compañía tiene el 11.34 % del total de exportaciones pesqueras gracias a las 188,994 toneladas métricas que envió al exterior y los 269.853 millones de dólares que logró entre enero y julio del presente año. La empresa, que hoy es presidida por dirigida por Walter Martínez Moreno, tiene seis plantas ubicadas estratégicamente a lo largo de toda la franja costera nacional que le permiten maximizar la frescura de sus productos. Asimismo, cuenta con veinticinco embarcaciones propias, veintidós de cerco y tres de arrastre, destinadas tanto a la pesca para consumo humano directo (CHD), como para consumo humano indirecto (CHI). Con una importante presencia en China, Nigeria, Canadá, España, Italia, Italia, Estados Unidos y Panamá, Hayduk posee el 1.82 % del global de las exportaciones de conservas y preparados de pescado. Además, tiene el 10.84 % de participación en el rubro de exportaciones de aceite crudo de pescado. Asimismo, cuenta con el 5.20 % de los envíos de pescados frescos refrigerados que se realizaron entre enero y julio del 2017. Distinguida en el 2008 como “Mejor Gobierno Corporativo en Empresas Familiares” por Procapitales y la UPC, la compañía de la familia Martínez sobresale en el negocio de exportación de harina de pescado. En este segmento, Hayduk es la segunda mejor firma del sector con el 17.71 % de participación. Hasta julio del 2017, había remitido al extranjero 164,994 toneladas métricas y selló negocios por un valor total de 235.269 millones de dólares.

Pesquera Exalmar S.A.A. es la tercera compañía más importante dentro de la industria pesquera peruana. La empresa, que participa en la captura, procesamiento y comercialización de productos marinos de calidad y alto valor proteico, tiene el 8.01 % del global de exportaciones pesquera. En los primeros siete meses del año, la firma, creada por el empresario Víctor Matta Curotto, remitió 121,150 toneladas métricas y ganó 170.566 millones de dólares. Exalmar, que opera seis plantas de producción de aceite y harina de pescado ubicadas en Tambo de Mora, Chimbote, Chicama, Callao, Huacho y Paita y que además maneja dos plantas de congelados, dedicadas a procesar productos hidrobiológicos destinados a consumo humano directo, situadas en Paita y Tambo de Mora, exportó de enero a julio 9,470 toneladas de pescado congelado y alcanzó 6.444 millones de dólares en ganancias. En este rubro, se ubica en la quinta casilla con el 4.59 % del mercado. La corporación liderada por Matta Curotto opera actualmente con dieciocho embarcaciones de acero, y cinco barcos de madera, con una capacidad de bodega operativa aproximada de 6,661 metros cúbicos de acero y 418 metros cúbicos de madera. Sus plantas de consumo humano indirecto producen, a través de sistemas de secado indirecto (Steam Dried), harina de pescado de una variedad de calidades y aceite de pescado. Exalmar, que en el 2012 inició las operaciones de su planta de Paita dedicada al procesamiento y congelamiento de especies como la pota y el perico, sobresale en el rubro de exportaciones de harina de pescado. Al respecto, hay que señalar que la pesquera cuenta con el 11.98 % de participación y se ubica en la tercera casilla. A lo largo del año, mandó al exterior 98,735 toneladas métricas y logró 14.241 millones de dólares en ganancias.

La cuarta empresa pesquera más importante de la actualidad, conforme a los datos estadísticos publicados por la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) es Pesquera Diamante. Propiedad de los empresarios hermanos José Enrique y Fernando Ribaldo, la firma, que tiene más de treinta años de presencia, posee el 6.50 % del total de las exportaciones pesqueras. En ese sentido, las cifras de la SNP detallan que envió 98,828 toneladas métricas de productos y alcanzó 138.276 millones de dólares en negocios. Diamante, que posee plantas en Bayóvar, Malabrigo, Samanco, Supe, Pisco, Mollendo, Ilo y el Callao y el año 2016 inauguró su propio astillero, exportó 7,921 toneladas métricas de pescado congelado y selló negocios por 5.711 millones de dólares. Enfocada, hoy en día, en atender nuevos mercados y mejorar la nutrición para el futuro, la firma de José Enrique y Fernando Ribaldo posee el 10.73 % de participación en las exportaciones de harina de

pescado. En torno a este punto, la data de la SNP revela que, de enero a julio del 2017, Diamante mandó 88,272 toneladas métricas y logró concretar negocios por 127.444 millones de dólares.

El quinto lugar por sus niveles de producción y ventas le corresponde a Corporación Pesquera Inca S.A.C. (Copeinca) que opera diez plantas de procesamiento y cuenta con veintiocho embarcaciones. En los primeros siete meses del año 2017, la compañía se hizo con el 6.09 % de participación del total de exportaciones pesqueras. Con sede en Noruega, la empresa remitió 92,013 toneladas métricas de productos y registró beneficios de 129.570 millones de dólares. La compañía está involucrada en la extracción de varias especies de hidrobiológicos y su posterior transformación en harina de pescado y aceite de pescado, para el consumo humano directo o indirecto. Su aceite de pescado está destinado a la comida para mascotas, alimentos funcionales y sectores como el farmacéutico. Poseedora de diez plantas de procesamiento, Copeinca realizó, de enero a julio, exportaciones de harina por un monto total de 106.410 millones dólares y remitió 75,982 toneladas métricas. De este modo, la firma obtuvo el 8.96 % de participación en este rubro. En tanto que en las exportaciones de aceite crudo de pescado alcanzó el 15.98 % del mercado y logró enviar 16,031 toneladas métricas y ganó 23.160 millones de dólares.

A nivel local la empresa Factoría Agromar SAC, es una empresa que se dedica a la metalmecánica, maestranza y maquinaria para el sector agroindustrial y pesquero. Actualmente estas empresas están atravesando una serie de dificultades que le restan competitividad en el mercado como es el caso de Factoría Agromar S.A.C., no lleva un registro detallado que le permita tener un control de los gastos en los que se ha incurrido durante el proceso de mantenimiento correctivo de alguno de sus productos, lo que significa una gran desventaja, porque no cuentan con la información adecuada en el momento oportuno para poder realizar el cálculo del costo estimado unitario de sus productos, al momento de calcular los precios de cotización y esto recae en la mala gestión de la empresa. Con respecto al proceso productivo consta de varias etapas, iniciando con la recepción de materias prima (prensa completa) posteriormente los procesos de desmontaje de estructuras y componentes. Así mismo se realiza el levantamiento de un informe situacional durante el desmontaje de partes y componentes a fin de detectar fallas no percibidas en la primera inspección realizada en campo. Por otro lado contamos con maquinaria que permite la producción en línea pero que sin embargo no brinda la fiabilidad

completa con respecto a su funcionamiento; esto debido a la antigüedad de la máquina y a la poca inversión en su respectiva modernización. Dicha antigüedad en activos de producción dificulta y elevan los costos en la producción y la atención de pedidos de nuestros clientes como Tecnología de alimentos S.A. (TASA), Hayduk, Corporación Pesquera INCA, Austral, CFG Investment S.A.C entre otros; esto debido a gran parte a la capacidad de cada maquinaria y la falla de la programación en las actividades.

Teniendo en cuenta esto la empresa en el año 2016 inició la inversión en el área de control de calidad para la mejora en los productos terminados durante su fase de reparaciones, lo cual mostró los grandes índices de sobre costos en los mantenimientos de las prensas de pescado y así mismo se identificó que del total de quejas de los clientes el 80% de ellas eran por el mantenimiento correctivo dadas a los helicoides de dichas prensas. Como consecuencia de los defectos y quejas de parte del cliente, se restringieron todo tipo de actividades de la presente empresa dentro de las instalaciones de Corporación Pesquera INCA S.A.C. sede Chimbote (COPEINCA), dicha decisión fue tomada por la gerencia de la mencionada empresa cuando se iniciaba la presente investigación. Con respecto a ese hallazgo es donde se realiza el presente estudio donde se tomarán las decisiones de implementar medidas para la programación de actividades, controles de calidad en los puntos clave, identificación de ruta crítica y la programación de recursos con los que cuenta la empresa. Entonces, debido a lo expuesto es que se plantea el siguiente problema de investigación: En qué medida la implementación del PERT-CPM del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reducirá los costos de operaciones de mantenimiento en la Factoría Agromar.

Trabajos previos

Investigaciones internacionales

En la tesis de JIJÓN (2013), con el título “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel”. En la ciudad de Ambato - Ecuador. Con motivo de obtener el título de Ingeniero Industrial. De la Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería. El **objetivo** de determinar tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel. Tras el estudio del proyecto llegó a las **conclusiones**: (a) Se elimina la operación: pegar forro lengüeta y forro capellada, se combinan 32 operaciones con el afán de reducir transportes y esperas, se eliminan 42 transportes entre trasladar material y posicionar, se eliminan 3 almacenamientos 14 esperas. (b) Con la nueva disposición de las áreas se reducirá 262.32m de distancia que recorre el material durante el proceso, lo que representa un 51.53% con respecto a la distancia total recorrida; 509.07m del método actual y 246.75m del método propuesto. (c) El tiempo estándar para que 1 solo obrero realice todo el proceso de producción con el método actual es 3008.98 min, con el método propuesto será 2607.58 min lo que indica una reducción de 401.40 min es decir 13,43%. (d) El tiempo estándar de la planta de producción de calzado Gabriel se reducirá de 863.23 a 766.31 min, disminuyendo 96.92 minutos improductivos y permitiendo un incremento de la capacidad de producción de 12.65%. Teniendo como **recomendaciones**: (a) Se recomienda seguir el método de trabajo propuesto ya que ayuda a reducir tiempos improductivos y ataca directamente a las causas que lo generan, para aumentar la capacidad de producción de la empresa y eliminar los trabajos en horas extras. (b) Reorganizar la disposición de maquinaria y estaciones de trabajo de la manera que se indica en la distribución propuesta, pues con ella se elimina transportes y se reducen distancias de transporte entre estaciones de trabajo, ya que representan costos que no agregan valor al producto. (c) Involucrar a los empleados en el mejoramiento y desarrollo de su área de trabajo, por consiguiente de su proceso. Los empleados forman la base de una empresa, y cada uno de ellos demuestra su importancia a través del trabajo, por lo que es obligación de los gerentes hacer que ellos se sientan conformes de su trabajo. Para obtener los mejores **resultados** debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características: (i) Que el proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad. (ii) Que se deba ejecutar todo el proyecto o parte de él, en un tiempo mínimo, sin

variaciones, es decir, tiempo crítico. (iii) Que se desee el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

Según ADAYA (2014) en su tesis “Administración de Proyectos con CPM, PERT y PROJECT (Cambio del Anclaje Superior Del Puente Rio Papaloapan)” de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México; propuso como objetivo llevar a cabo una administración de proyecto, la cual una de sus actividades será configurar con el proceso correcto de cambio de anclajes superiores del puente “Rio Papaloapan”. El **resultado** fue: En relación a la administración de proyectos mediante el software PROJECT se obtuvo como resultado una mejor administración durante el proceso de ejecución del proyecto, arrojando así una mejora en cuanto a la propuesta económica original del proyecto, haciendo un rendimiento más factible en cuanto a recursos económicos y de tiempos. Llegando a la **conclusión** siguiente: Manejando la relación que existe entre la administración y la ingeniería es muy importante tener en cuenta que con apoyo de CPM, PERT y el software PROJECT, se realiza una administración de proyecto eficaz cumpliendo con la información necesaria para llevar a cabo un control durante el proceso de ejecución de actividades del proyecto, haciendo de esto el manejo óptimo de recursos tanto económicos y técnico; donde **recomienda** la aplicación de la administración por proyectos usando esta metodología con otro ejemplo para que analicen los resultados obtenidos.

Investigaciones nacionales

En la tesis de ARRIAGA (2015) con el título “Costos estimados y su influencia en la toma de decisiones gerenciales en la empresa DANPER SAC”. Con motivo de obtener el título Profesional de Contador Público. De la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El **objetivo** del trabajo de investigación fue: Demostrar de qué manera los costos estimados mejorara la toma de decisiones gerenciales de la empresa DANPER S.A.C. Tras el estudio llego a las **conclusiones**: (a) El diagnóstico inicial realizado a la empresa DANPER Trujillo S.A.C permitió evidenciar deficiencias como la falta de capacitación de los trabajadores registros deficientes, los tiempos en que es compartida la información. (b) Las deficiencias determinadas en el diagnóstico inicial del sistema de costo son producto de la falta de capacitación al personal en las metodologías para el buen manejo de los recursos materiales y del personal. (c) Con la aplicación de la propuesta planteada para mejorar el procedimiento en la estimación de costos se simplifica y analiza los procedimientos de

abstención de control, disminuyendo los tiempos para la entrega de la información de las áreas respectivas. (d) Los resultados obtenidos después de los costos estimados comparados con los resultados presupuestados por la empresa nos demuestran que existían deficiencias en los cálculos de los costos, con lo cual demostramos la incidencia que tienen los mismos en la toma de decisiones. Y realizó las **recomendaciones** para la mejora de la empresa: (a) Al área de producción, aplicar los procedimientos de estimación de costos realizados en el mes de septiembre. (b) Al área de producción, aplicar las mejoras continuas en los procedimientos de costos estimados en el mes de septiembre, acorde con las nuevas necesidades de mercado. (c) Al área de recursos humanos, realizar capacitaciones periódicas bimensuales con respecto a las nuevas tendencias en la gestión de costos para toma de decisiones. (d) Al área de estudio, ejecutar monitoreo de seguimiento de control en las aplicaciones de los procedimientos de estimación de costos para efectos de evitar deficiencias en las variaciones de los mismos.

En la tesis de GARCIA y RUIZ (2015) con el título “Impacto de la gestión en obra utilizando la programación de la cadena crítica en la construcción civil” “Residencial Mostacero” en el distrito de Trujillo, ciudad de Trujillo, departamento La Libertad”. Con motivo de obtener el título Profesional de Ingeniero Civil. De la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El **objetivo** del trabajo de investigación fue: Demostrar que con una buena gestión y la programación adecuada (cadena crítica) mejora de costo, recursos y tiempo de la obra “Residencial Mostacero” aplicando el método de cadena crítica. Tras el estudio llegó a las **conclusiones**: (a) La empresa COAM CONTRATISTAS inicialmente programó mediante Ruta Crítica la obra “Residencial Mostacero” en un total de 128 días. (b) Mediante Ruta Crítica y Cadena Crítica la obra “Residencial Mostacero” se consideró un total de 5 sub sistemas por cada piso. (Columnas, Vigas, Mampostería, Aligerado y Escalera). (c) Se programó mediante Cadena Crítica la obra “Residencial Mostacero” en un total de 88 días. (d) La empresa COAM CONTRATISTAS SAC no ejecutó ni gestionó la obra “Residencial Mostacero” mediante Cadena Crítica, de esa manera solo se elaboró cuadro de restricciones más no se halló buffers del sistema. (e) De acuerdo a la programación Cadena Crítica se hubiera obtenido una diferencia de 18 días menos comparando con la programación tradicional de la empresa. (f) Si la empresa hubiera ejecutado la obra “Residencial Mostacero” de acuerdo a la programación Cadena Crítica habría ejecutado más partidas dentro de las 8 semanas de estudio por lo tanto mayor

avance al culminar la obra dentro de 4 meses. (g) Utilizando programación Cadena Crítica habría solo consumido un 36% del presupuesto general ya que se avanzó mayor cantidad de partidas en comparación de Ruta Crítica que se gastaría solo un 29% del presupuesto general. (h) La empresa COAM CONSTRATISTAS SAC. dejó de ganar al no comprometerse y no seguir la propuesta elaborada por los tesisistas (Cadena Crítica) puesto que dicha empresa no se adecua al cambio y confía en la eficiencia de su sistema tradicional de programación. Y realizó las **recomendaciones** para la mejora de la empresa:

- (i) Se recomienda que la Empresa COAM CONTRATISTAS S.A.C deben trabajar con la programación Cadena Crítica involucrando a todas las partes del proyecto y así obtener mejoras en la gestión de obra.
- (ii) La empresa COAM CONSTRATISTAS SAC debería seguir la propuesta como resultado de este estudio de investigación porque de esa manera disminuiría costos.
- (iii) Realizar capacitación a las personas responsables en todo el proceso constructivo con la finalidad de evitar trabajos rehechos.
- (iv) Manejar una comunicación estrecha de los encargados de la empresa COAM CONTRATISTAS SAC con proveedores, con la finalidad de evitar demoras del suministro de material a obra.
- (v) Se recomienda a la empresa COAM CONTRATISTAS SAC la integración de la metodología de Cadena Crítica para la gestión de sus proyectos ya que, con la prueba piloto de su aplicación en la etapa de planeación de un proyecto de la organización, se identificaron oportunidades de mejora en aspectos tales como la programación de los recursos y el control del riesgo en la variable tiempo del proyecto. Además, fue posible transferir un conocimiento útil para la gestión de los proyectos a las personas involucradas.
- (vi) Para aplicar la metodología de Cadena Crítica en la empresa COAM CONTRATISTAS SAC, se debe contar con el compromiso de la Alta Gerencia, debido a la resistencia que pueda desarrollarse en las personas por el cambio cultural. Todo el proceso debe iniciar con una adecuada gestión del cambio organizacional, que incluya la adecuada comunicación en los niveles pertinentes, capacitación y normalización en los activos de los procesos de la organización, para que se puedan obtener los beneficios esperados y no represente un obstáculo para la organización.

En la tesis de PACHECO (2017) con el título “Planificación de obra aplicando la teoría de restricciones y comparación con el método CPM en proyectos de construcción” en el distrito de Selva Alegre, ciudad de Arequipa, departamento Arequipa”. Con motivo de obtener el título Profesional de Ingeniero Civil. De la Universidad Andina Néstor Cáceres

Velásquez. Con las **conclusiones**: Al comparar la planificación del tiempo óptimo y el costo mínimo del proyecto realizada mediante el método del camino crítico y la teoría de restricciones, se identificó las siguientes diferencias. El método del camino crítico, en la etapa de planeamiento y programación las actividades son representadas por una flecha que no se puede medir, cuyos límites son el nodo, estas son redes cerradas porque tienen un único origen y un único fin, donde las actividades intermedias por lo menos tienen una actividad precedente y una actividad sucesora. Además, considera que una actividad sucesora no inicia hasta no concluir una actividad precedente; está basado en la relación del tiempo optimista, para el cálculo de la red macha hacia adelante, y la relación del tiempo pesimista, para el cálculo de la red en marcha hacia atrás; utiliza como conectores a las actividades ficticias, que no tienen duración y cuyo propósito es establecer un único código de inicio y fin para cada actividad y diagramar apropiadamente la lógica de la red; considera solo la dependencias por procesos entre actividades para formar la red de actividades y no involucra los recursos, en su lugar supone que los recursos siempre están disponibles; los tiempos de duración que utilizan para las actividades se obtienen de una manera determinística asumiendo una fecha fija para la culminación del proyecto. Y dejando las **recomendaciones**, a) En la ejecución del proyecto, para que se haga un buen control de proyecto es necesario hacer un seguimiento y control semanal del proyecto, al respecto existe una herramienta de gestión para este vacío, como es el sistema Last Planner de la filosofía Lean Construction, ¿Se puede combinar ambas filosofías (TOC y LEAN CONSTRUCTION) para una planificación eficaz de un proyecto de construcción? b) Un proceso de producción de una actividad de obra, está compuesta por fases y actividades, durante todas estas fases existe restricciones que generan cuellos de botella, ¿puede aplicarse el enfoque de la Teoría de Restricciones a un proceso constructivo?.

Investigaciones locales

En la tesis de DIAZ (2017) con el título “IMPLEMENTACIÓN PERT-CPM DEL SISTEMA DAF2 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA DE BOMBEO EMPRESA COPEINCA S.A.C. CHIMBOTE 2017, en el distrito de Nuevo Chimbote, ciudad de Chimbote, departamento Ancash”. Con motivo de obtener el título Profesional

de Ingeniero Industrial. De la Universidad Cesar Vallejo Chimbote. Con las **conclusiones**, a) Se analizó la cantidad de actividades para la implementación PERT-CPM del sistema DAF2, las cuales fueron las mismas del primer proyecto por tratarse del mismo tratamiento para el agua de bombeo, en total sumó 21 actividades; b) Se determinó la magnitud del tiempo por cada actividad con la implementación PERT-CPM del sistema DAF2, en relación con el primer proyecto se mejoró el tiempo con una eficiencia del 51%; de 55 días en el primer proyecto, se logró 28 días para el DAF2; c) Se identificó la extensión de la ruta crítica tanto para PERT probabilístico y CMP determinístico, fueron 9 actividades de la ruta crítica del sistema DAF2 que se relacionó de manera proporcional y directa con la mejora de la productividad; d) Se calculó la medida del costo con la implementación PERT-CPM del sistema DAF2, donde se obtuvo un resultado de 47.4% de eficiencia, el cual se relaciona con el mejoramiento de la productividad a un costo de 69,824 del presupuesto inicial con la cantidad de 147,460 dólares. el **resultado** se determinó la medida de la utilidad en la implementación del método PERT- CPM en el proyecto del Sistema DAF2, el cual se relaciona con la productividad al resultado en el costo del primer sistema DAF de manera muy favorable en un 59%, de la misma manera se determinó la eficiencia del agua de bombeo. El costo del primero DAF fue de 132,714 dólares, con la implementación CER-CPM en el sistema DAF2 el costo fue de 69,824 dólares con una eficiencia del 53%.

Teorías relacionadas al tema

Teoría basada en la variable (X): “PERT CPM”

Dos son los orígenes del método del camino crítico:

El método PERT - Técnica de revisión y evaluación de programas del inglés Program Evaluation and Review Technique, desarrollado por la Armada de los Estados Unidos de América, en 1957, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles. Fue utilizado originalmente por el control de tiempos del proyecto Polaris y actualmente se utiliza en todo el programa espacial (Rivera, 2005).

El CPM – Método de la ruta crítica o del camino crítico del inglés Critical Path Method, el segundo origen del método actual, fue desarrollado también en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto (Rivera, 2005).

Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible. Los fundamentos de los sistemas CPM y PERT son las representaciones gráficas de cualquier proyecto mediante diagramas de flechas, de ahí, que algunas veces sea denominado red de flechas. La red se origina llevando a cabo un orden lógico de la realización de las tareas u operaciones del proyecto generalmente denominadas actividades.

PERT

Probabilístico.

Considera que la variable de tiempo es de manera desconocida de la cual solo se tienen datos estimativos. El tiempo esperado en la finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica; si suponemos que

las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes, (una suposición fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es toda la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica. Considera tres estimativos de tiempos: el más probable, tiempo optimista y tiempo pesimista (Rivera, 2005).

CPM

Determinístico.

Ya que este considera que los tiempos de las actividades se conocen y si se pueden variar cambiando el nivel de los recursos utilizados. A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso. Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos. Considera que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y ofrece parámetros del momento oportuno del inicio de la actividad. Considera tiempos normales y acelerados de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma (Rivera, 2005).

Usos (Rivera, 2005):

El campo de acción de este método es bastante amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño. Para obtener los mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las características siguientes:

Que el proyecto sea único y no repetitivo en algunas partes o en su totalidad.

Que se deba ejecutar el proyecto en su totalidad o parte de él, en un tiempo mínimo, sin variaciones, o sea, en tiempo crítico.

Contar con un costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible”.

En el ámbito aplicación, el método es usado para una planeación y control de diversas actividades, tales como construcción de presas, apertura de caminos, en la pavimentación, en la construcción de casas y edificios, en la reparación de barcos, en la investigación de mercados, en los movimientos de colonización, en los estudios económicos regionales, en las auditorias, en la planeación de carreras universitarias, en la distribución de tiempos de salas de operaciones, en ampliaciones de fábrica, en la

planeación de itinerarios para cobranzas, en los planes de venta, en los censos de población, etc.

Ventajas PERT-CPM (Rivera, 2005):

Enseña una disciplina lógica para organizar y planificar un programa detallado de largo alcance. Proporciona un método Standard de comunicar los planes del proyecto mediante un cuadro de tres dimensiones (costo, personal; tiempo). Identifica a los elementos más críticos del plan, a los problemas potenciales que puedan perjudicar el cumplimiento del programa propuesto.

Pone a disposición la posibilidad de simular los efectos de las decisiones alternativas o situaciones imprevistas y una sola oportunidad para estudiar sus consecuencias en relación a los plazos de cumplimiento de los programas.

Aporta la probabilidad de cumplir amplia y exitosamente los plazos propuestos. Es por ello que, el CPM es un sistema dinámico, que se mueve con el progreso del proyecto, reflejando en cualquier momento la situación (el STATUS) presente del plan de acción”.

Limitaciones del método PERT-CPM

“Entre las principales críticas que se realizan al método PERT/CPM podemos señalar que en muchas ocasiones no es posible asumir independencia entre las actividades del proyecto, como hace dicho método, ya que suele ocurrir que la duración de una actividad dependa de la duración de las actividades precedentes. Así, por ejemplo, la duración de la fase de diseño detallado del producto variara en función del tiempo dedicado al diseño del concepto permitirá un rápido desarrollo del diseño del producto. Por otra parte, en la actualidad suele ser habitual iniciar una actividad antes de que su actividad precedente haya finalizado totalmente, lo que complica enormemente la utilización del método PERT/CPM. Además en ocasiones es muy difícil establecer el comienzo y la finalización de una actividad, dado que estos son bastantes difusos. Por ejemplo, pensemos en lo difícil que es determinar el momento en que se comenzó a concebir la idea para un nuevo producto y el momento en que se idea está perfectamente desarrollado y listo para pasar a la especificación del producto y continuar con el proceso de desarrollo. Otra crítica se centra en la excesiva subjetividad en la estimación

de las duraciones de cada actividad, que pueden llegar a invalidar todo el análisis. Para evitar esta subjetividad puede recurrirse a la comparación con proyectos previamente realizados. Además, se critica el uso de la distribución beta y las formulas simplificadas utilizadas para el cálculo de la duración media y la varianza, que pueden conducir a errores de estimación. Sin embargo, pese a todas las críticas, las técnicas PERT/CPM son muy utilizadas en la actualidad por un elevado número de empresas, permitiéndoles determinar en qué actividades deben invertir sus recursos escasos para lograr acelerar el desarrollo de sus proyectos” (MIRANDA. 2006, pág. 645).

Teoría basada en la Dimensión (X) D1 Actividades

En estos sistemas de programación la actividad se define como “un acto necesario para alcanzar cierto objetivo en un proyecto y caracterizado por una duración” (Sánchez, 1973). En la programación PERT las actividades de un proyecto no se limitan a las actividades de obra como un todo. Generalmente abarcan también tareas auxiliares; tiempos de organización y preparación de trabajos; remates parciales de obra; la contratación y suministro de materiales; contratación y adiestramiento de la mano de obra; traslado y preparación de maquinaria y cuantos actos y tareas deben tenerse en cuenta para el cálculo y medida del tiempo que hayan de consumir. El tiempo que transcurre en una actividad señala el intervalo durante el que se cumple un trabajo o se alcanza un objetivo. Todos los parámetros que concurren en una actividad, como son los volúmenes de producción, medios disponibles en mano de obra, maquinaria, transporte, instalaciones, condiciones técnicas o climáticas de trabajo, organización, etc., se reducen a un denominador común que es el tiempo de duración de la actividad. En la red las actividades están enlazadas entre sí, dependiendo el comienzo de cada una de la duración de las que le preceden. La fecha final de una actividad está en función de la fecha de comienzo y de su duración. Las unidades de obra se descomponen en tantas partes o fases como exijan el estudio del tiempo y de los recursos. Otras actividades pueden englobar varias operaciones de ejecución similar o conjunta que interese agrupar en la estimación de tiempos y costos. En términos generales, tanto más efectiva será una programación PERT cuanto más se diversifiquen y analicen las actividades de un proyecto. Es necesaria una definición clara y precisa de cada actividad para llegar a estimaciones acertadas, estableciendo descripciones concretas del objetivo o tarea que eviten la duda en la planificación del programa (Sánchez. 1973).

Las actividades se representan gráficamente en la red por medio de flechas que unen dos círculos o sucesos, orientadas de izquierda a derecha o en sentido vertical, según el trazado de la red, pero no hacia atrás, señalando un imposible retroceso en el tiempo. No tiene ningún significado la posición de las líneas de flechas ni su longitud represente una escala temporal. Indistintamente pueden dibujarse en líneas rectas, quebradas o curvas (Sánchez. 1973).

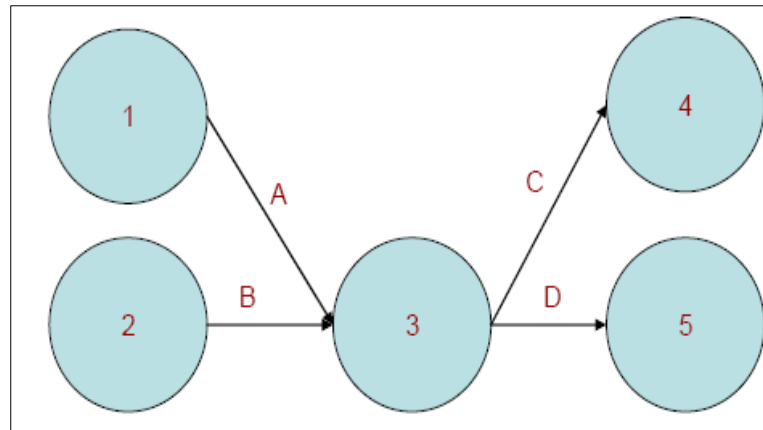


Figura 1. Actividades en PERT.

Fuente: Elaboración propia

Actividades ficticias en PERT:

En las redes PERT también existen otras actividades, ficticias o virtuales, que se representan simplemente una conexión o independencia entre dos nudos de la red, y se expresan con una flecha punteada $O - - \rightarrow O$. Se distinguen también por escribirse tiempos zeros sobre la flecha correspondiente. Estas actividades no exigen ningún gasto de trabajo, de recursos o de tiempo. Hay varias causas que exigen la creación de actividades virtuales o ficticias para completar el mecanismo a la expresión gráfica de la red. Ocurre que entre un mismo nudo inicial o final ($i - j$) se dé más de una actividad. Esto, que no puede ser un obstáculo absoluto con la descripción escrita de cada actividad, si lo es corrientemente al manipular con redes donde se hace necesario una identificación numérica de las actividades, a las que se les asignan los números de los nudos del comienzo “i” y los nudos de fin “j” de la actividad, en un sentido direccional ascendente, estableciendo así las secuencias y conexiones que marcan su posición relativa en la red. Es esencial para el cálculo de tiempos valerse de estas numeraciones, y de manera imprescindible si los cálculos han de realizarse por medio de

computadores, en que han de identificarse las actividades y secuencias de actividades mediante el número de código de cada suceso. (Sánchez. pág. 33).

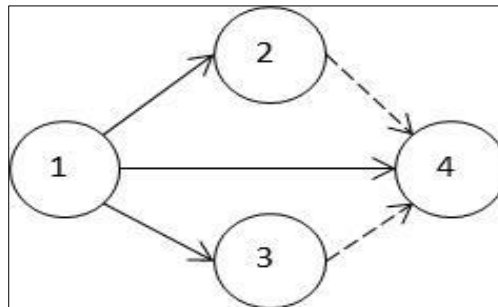


Figura 2. Actividades ficticias en PERT.

Fuente: Técnicas del PERT aplicadas a la construcción tiempos/costes (Pág. 34).

Se realizará un ejemplo para explicar la mecánica para la formación de la red.

Tomemos la serie de actividades A, B, C, D, E, F, G, H, I, J.

- ✓ Se comienza la red con la actividad inicial A.
- ✓ Las actividades B y C comienzan simultáneamente cuando termina la A.
- ✓ Comienza la actividad D cuando terminan las B y C.
- ✓ Comienza la E cuando termina solamente la B.
- ✓ Comienzan simultáneamente las actividades F y G cuando terminan las D y E.
- ✓ Comienza la actividad H cuando termina la G.
- ✓ Comienza la actividad I cuando termina la F.
- ✓ Cuando terminan las actividades H e I comienza la actividad J, con la que se llega al acontecimiento final del proyecto.

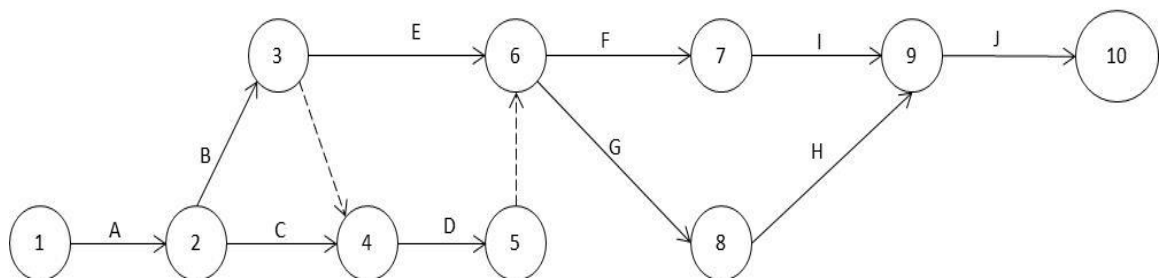


Figura 3. Formación de red de actividades.

Fuente: Técnicas del PERT aplicadas a la construcción tiempos/costes.

Teoría basada en la Dimensión (X) D2 Tiempo

“Los tiempos son parte fundamental del PERT, en cuya determinación y cálculo se apoya todo el sistema. A partir de los cálculos para obtener los tiempos de duración estimada de cada actividad del proyecto, en forma individual y aislada, se entrara en el mecanismo de cálculo de toda la red, una vez que se hayan encajado en ella todas las actividades y a cada una de estas se le haya señalado el tiempo probable de duración; la importancia de la previsión de tiempos en una programación acertada, exige que se le presente una atención especial, resulta difícil que durante el desarrollo del proyecto so sea necesario retocar algunas estimaciones iniciales de tiempos, habremos conseguido darle al PERT todo su valor y habremos evitado un derroche de tiempo y de esfuerzo. El PERT es esencialmente dinámico y admite con normalidad las re planificaciones necesarias, tanto en la etapa de programación, por tanteos o simulaciones, como en la de ejecución del proyecto, por las, muchas veces inevitables, desviaciones de tiempos, o por los cambios en las tareas. La estimación de los tiempos de duración para cada actividad debe hacerse sobre bases realistas y con perfecto conocimiento técnico de los trabajos y de los medios de producción de que han de disponerse, contando con un rendimiento normal y ponderando todas las circunstancias adversas o favorables que puedan darse. Según este sistema, se estiman tres tiempos para cada actividad: optimista, normal y pesimista, según las posibilidades y condiciones de realización que se consideren para cada actividad y las dificultades que puedan preverse” (Sánchez 1973, pág. 68).

Tiempo optimista (a)

“Expresa el tiempo mínimo que sería necesario para realizar el trabajo o cumplir el hecho que define una actividad. El cálculo de este tiempo considera ideales todas las circunstancias que han de concurrir en la realización de la actividad, pensando que todo ha de salir bien, en perfecto cronometraje y sin que se produzcan fallos que puedan afectar a su duración. Por estas mismas causas es una apreciación poco realista, en la mayoría de los casos”. (Sánchez, 1973, pág. 69).

Tiempo normal o más probable (m)

“Es aquel que se estima como justamente el necesario para realizar las actividades en condiciones normales de trabajo con el empleo de unos recursos determinados. Es el

tiempo previsto si solo se hubiera de hacerse una estimación. Este cálculo de duración normal viene sancionado por la experiencia o la estadística, considerándolo como el que se da mayor número de veces en una repetición de la actividad y en circunstancias análogas. Generalmente se tienen en cuenta los retrasos naturales que suelen producirse por causas especiales o imprevistas”. (Sánchez, 1973, pág. 69).

Tiempo pesimista (b)

Contrariamente al optimista, es el tiempo máximo que puede estimarse para que se efectúe la actividad en condiciones desfavorables, sin que lleguen a admitirse en esta ponderación causas de fuerza mayor o riesgo catastrófico, incontables en un orden lógico. Prácticamente, también, la probabilidad de que se necesite un tiempo mayor que el pesimista para cumplir la actividad es de un 1%. En términos matemáticos, estos tiempos extremos, optimista y pesimista, se definen como aquellos que tienen, por lo menos, un 2% de probabilidades de cumplirse (Sánchez, 1973, pág. 70).

La fórmula se acerca al cálculo de probabilidades de las curvas de la distribución estadística beta formadas por la observación repetida de los datos parámetros – ver anexo 3.

La distribución estadística de tiempo se presenta por medio de una curva dibujada en un plano cartesiano, cuya forma de la posición relativa del tiempo normal (n) respecto a los extremos ($b-a$).

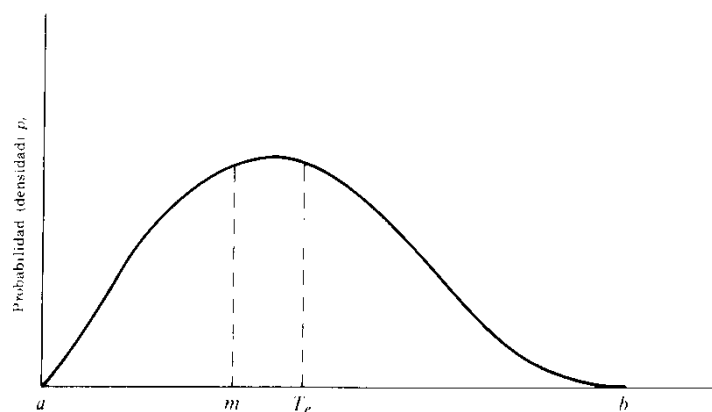


Figura 4. Curva del tiempo promedio.

Fuente: Técnicas del PERT aplicadas a la construcción tiempos/costes.

Con la distribución definida, la media (esperada) y la desviación estándar, respectivamente, del tiempo de la actividad para la actividad Z puede calcularse por medio de las fórmulas de aproximación – ver anexo 4.

El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica. De modo similar, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes (realísticamente, una suposición fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica (RIVERA, 2005).

En PERT se asume también que la duración de las actividades es independiente. Por tanto, el valor esperado y la varianza de una ruta pueden ser estimadas – ver anexo 5 y 6.

La actualización según como el proyecto progresa

Se hacen todos los ajustes en la carta del PERT como va el progreso del proyecto. Mientras que el proyecto revela el estatus, los tiempos estimados se pueden sustituir por épocas de tiempos reales. En casos donde hay retraso, para los recursos adicionales puede ser necesario permanecer en horario y la carta del PERT se puede modificar para reflejar la nueva situación del proyecto. El planeamiento del PERT implica todos los pasos siguientes: a) Identifique las actividades y duración específica, b) Determine la secuencia apropiada de las actividades, c) Construya un diagrama de red, d) Determine el tiempo requerido para cada actividad, e) Determine la trayectoria crítica, e) Ponga al día la carta del PERT según como progresa el proyecto.

Identifique las actividades y los precedentes

Las actividades son aquellas tareas requeridas para terminar el proyecto. Los precedentes son aquellos acontecimientos que marcan el principio y el final de una o más actividades. Es bastante provechoso enumerar las tareas en una tabla que en pasos más últimos se pueda ampliar para incluir toda la información sobre secuencia y duración.

Determine la secuencia de la actividad

Este paso puede combinarse con el paso de la identificación de la actividad puesto que la secuencia de la actividad es evidente para algunas tareas. Otras tareas pueden requerir mucho más análisis para determinar el orden exacto en la cual deben ser realizadas.

Construya el diagrama de red

“Se usa toda la información de la secuencia de la actividad, un diagrama de la red se puede dibujar demostrando la secuencia de actividades paralelas y seriales. Tiempos de actividad de estimación para cada una de las actividades, se requiere estimar las siguientes cantidades:

a = Tiempo optimista. Es el que está representado por el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se requieran; es simplemente la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo

b = Tiempo pesimista. Es el que está representado por el tiempo de manera excepcionalmente grande que pudiera presentarse en ocasiones como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas, etc.

m = Tiempo normal. Es el que está representado por el valor más probable de la duración de la actividad, basado en la experiencia personal del informador. Si T_{ij} es una variable aleatoria asociada a la duración de la actividad (i; j), PERT asume que T_{ij} sigue una distribución Beta. Sin entrar en mayores detalles sobre esta distribución, podemos demostrar que el valor esperado y la varianza de la variable aleatoria T_{ij} quedan definidas” (RIVERA, 2005) – ver anexo 7.

Ventajas del PERT

El PERT es muy útil porque nos proporciona la información siguiente:

- Tiempo previsto para la terminación del proyecto.
- Probabilidad de la terminación del proyecto antes de una fecha especificada.
- Las actividades de la trayectoria crítica que afectan directamente el tiempo de la terminación del proyecto.
- Las actividades que tienen el tiempo flojo y que pueden prestar recursos a las actividades de la trayectoria crítica.
- Fechas del comienzo y del extremo final de la actividad (RIVERA, 2005).

Limitaciones

Los siguientes son algunas de las debilidades del PERT:

- Las estimaciones del tiempo de la actividad son un poco subjetivas y dependen del juicio. En algún caso donde hay poca experiencia en la ejecución de una actividad, los números pueden ser solamente una conjetura. Para otros casos, si la persona o el grupo que realiza la actividad estiman el tiempo puede haber diagonal en la estimación (RIVERA, 2005).
- Si se estiman los tiempos de la actividad, el PERT asume una distribución beta para éstos las estimaciones del tiempo, pero la distribución real puede ser diferente.
- También, si la asunción beta de la distribución sostiene, el PERT asume que la distribución de la probabilidad del tiempo de la terminación del proyecto es igual que el de la trayectoria crítica. Ya que otras trayectorias pueden convertirse en la trayectoria crítica si se retrasan sus actividades asociadas, el PERT subestima constantemente el tiempo previsto de la terminación de todo el proyecto.

Teoría basada en la Dimensión (X) D3 Ruta Crítica

El método de la ruta crítica o del camino crítico es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. Este sistema de cálculo conocido por sus siglas en inglés CPM (Critical Path Method), fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos mediante la planificación y programación adecuadas de las actividades componentes del proyecto. Otro proyecto importante de esa época, el proyecto "Polaris" originó en 1958 la creación de uno de los métodos de programación por camino crítico, conocido con el nombre de PERT (Program Evaluation and Review Technique) (Miranda, Pág. 628).

En administración y gestión de proyectos, una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible 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 a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica. Un proyecto puede tener varias rutas críticas

paralelas. Una ruta paralela adicional a través de la red con la duración total cercana a la de la ruta crítica, aunque necesariamente menor, se llama ruta sub-crítica. Originalmente, el método de la ruta crítica consideró solamente dependencias entre los elementos terminales. Un concepto relacionado es la cadena crítica, la cual agrega dependencias de recursos. Cada recurso depende del manejador en el momento donde la ruta crítica se presente.

A diferencia de la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT), el método de la ruta crítica usa tiempos ciertos (reales o deterministas). Sin embargo, la elaboración de un proyecto basándose en redes CPM y PERT son similares y consisten en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto, lo que significa, determinar relaciones de precedencia, tiempos técnicos para cada una de las actividades.
- Construir una red con base en nodos y actividades (o arcos, según el método más usado), que implican el proyecto.

Analizar los cálculos específicos, identificando la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto. En términos prácticos, la ruta crítica se interpreta como la dimensión máxima que puede durar el proyecto y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica, se denominan tiempos de holgura. Una vez identificadas todas las actividades que se deben ejecutar para alcanzar el objetivo, corresponde analizar en detalle la forma en que estas actividades se van a ejecutar. La ruta crítica se determina agregando los tiempos para todas las actividades en cada secuencia y determinando la trayectoria más larga del proyecto. La ruta crítica determina el tiempo total del calendario requerido para el proyecto. Si las actividades fuera de la trayectoria crítica aceleran o retrasaron el tiempo (dentro de los límites), entonces el total del tiempo del proyecto no varía, la cantidad del tiempo que una actividad no crítica de la ruta sin alterar la duración del proyecto se denomina como tiempo flojo (RIVERA Igor, 2005).

“Si la ruta crítica del proyecto no resulta evidente, entonces puede ser muy provechoso determinar las cuatro cantidades siguientes para cada actividad:

- ES: Principio temprano.
- EF: Principio tardío.
- LS: Terminación temprana.
- LF: Terminación tardía.

Se realiza el cálculo de estos tiempos usando la época prevista para las actividades relevantes. Es una constante que los tiempos más tempranos del comienzo y del final de cada actividad son determinados trabajando adelante a través de la red y determinando el tiempo más temprano en el cual una actividad puede comenzar y acabar a considerar las actividades del precursor. Los tiempos más últimos del comienzo y del final son los tiempos más últimos que una actividad puede comenzar y acabar sin variar el proyecto. El LS y el LF son encontrados trabajando en sentido contrario o al revés a través de la red. Se tiene la diferencia en el final más último y más temprano de cada actividad es holgura de esa actividad. Entonces la ruta crítica es la ruta a través de la red en la cual ningunas de las actividades tienen holgura” (Rivera, 2005).

“La variación del tiempo de la terminación del proyecto puede ser calculada sumando las variaciones en los tiempos de la terminación de las actividades en la ruta crítica. Con el resultado esta variación, se puede calcular la probabilidad que el proyecto será terminado por cierta fecha si se asume que una distribución normal en la probabilidad para la ruta crítica. Sea el CP la variable aleatoria asociada a la duración total de las actividades de la ruta crítica determinadas mediante CPM. PERT asume que la ruta crítica encontrada a través de CPM contiene suficientes actividades para que sea empleado el Teorema Central del Límite y concluir que CP se distribuye normalmente” (Rivera, 2005) – ver anexo 8.

Puesto que la trayectoria crítica es determinante en la fecha de la terminación del proyecto, el proyecto puede ser acelerado agregando los recursos requeridos para de esta manera disminuir la época para las actividades en la trayectoria crítica.

CPM

Se define a la ruta crítica como a la trayectoria del largo duración a través de una red. La significación de la trayectoria crítica es que las actividades que no se identifican en ella no se pueden retrasar sin dela ying el proyecto. Debido a su impacto en el proyecto entero, el análisis permanente de la ruta crítica es un aspecto Importante del planeamiento

del proyecto. La ruta crítica se identifica determinando los cuatro parámetros siguientes para cada actividad:

- ES: Principio temprano.
- EF: Principio tardío.
- LS: Terminación temprana.
- LF: Terminación tardía.

La época floja para una y otra actividad es el tiempo entre su hora de salida más temprana y la más última, o entre su tiempo más temprano y más último del final. La holgura es la cantidad de tiempo en que una actividad se puede retrasar más allá de su comienzo más temprano o final más temprano sin de la ying el proyecto. Podemos decir que la ruta crítica es la trayectoria a través de la red del proyecto en la cual ningunas de las actividades tienen holgura, se puede decir que, la trayectoria para la cual $ES=LS$ y $EF=LF$ para todas las actividades en la trayectoria. Retrasa en la ruta crítica y retrasa el proyecto. De igual manera, acelere el proyecto que es necesario reducir el tiempo total requerido para las actividades en la ruta crítica” (Rivera, 2005).

Cálculo de las holguras (Klastorin, 2008 Pág. 91-92)

“Adicionalmente se define el término Holgura para cada actividad que consiste en el tiempo máximo que se puede retrasar el comienzo de una actividad sin que esto retrase la finalización del proyecto – ver anexo 9.

Determinación de holguras

La determinación de las holguras en la red se efectúa a través de las diferencias entre los momentos de comienzo más temprano y más tardíos, así como entre los tiempos de finalización más temprano y más tardío. La tarea de dirección de la ejecución de las actividades de un proyecto, queda pues restringida a la distribución de las tareas dentro de estos espacios de tiempo (superiores a la duración de las actividades) El parámetro Holgura permite a los gestores del proyecto dirigir su atención principal hacia las tareas de acuerdo con su mayor o menor carácter crítico e influir o variar un amplio porcentaje de la ejecución del proyecto, sin afectar a la duración final del proyecto. Es pues una medida del margen de maniobra del director de un proyecto. En las técnicas de programación que se basan en el modelo del camino crítico existen cinco tipos de

holguras: Holgura total, Holgura libre, Holgura independiente Holgura de seguridad y Holgura de interferencia.

Holgura total es la duración empleada por muchos administradores para identificar aquellas tareas que deben observar con más cuidado con objeto de que el proyecto avance a tiempo.

La **Holgura total** es el lapso entre el tiempo de terminación más lejano de una tarea (TLi) y su tiempo de inicio más próximo (ICi) menos la duración de la tarea. La holgura total se define algebraicamente – ver anexo 10.

Nota: toda tarea cuya holgura total es igual a cero es una tarea crítica y que se encuentra, por lo tanto, en la ruta crítica. Existen otras medidas de holguras además de la holgura total. Una medida útil se conoce como holgura libre; esta medida supone que todas las tareas deben comenzar con su tipo de inicio más próximo.

Para definir la holgura libre, se definirá un valor ICi_{min} , donde

ICi_{min} = mínimo inicio cercano de todas las tareas sucesoras inmediatas de la tarea i. Entonces, la holgura libre (HLi) puede definirse como se ve en el anexo 11.

La **holgura libre** es una medida útil por varias razones. Primero, muchos administradores sienten aversión al riesgo y quieren iniciar todas las tareas en sus tiempos de inicio más próximos posibles. La holgura libre es entonces una buena medida de la importancia de las tareas no críticas. Segundo, la holgura libre puede ser útil algunas veces para determinar qué tanto se puede reducir o “acelerar” una tarea antes de modificar la ruta crítica.

Holgura de seguridad, esta medida supone que todas las tareas inician en sus tiempos de inicio más lejanos y se define en el anexo 12:

Holgura independiente. Note que las otras tres medidas de holgura son medidas que dependen de la ruta; esto es, modificar la duración de una tarea afectará las medidas de holgura de las otras tareas. Sin embargo, en algunos casos la duración de una tarea se puede modificar sin afectar las otras tareas del proyecto. Esta información puede ser útil para un administrador de proyectos, que deben considerar estos efectos de interacción. El

tiempo que puede aumentarse la duración de una tarea sin afectar la duración de otras se conoce como holgura independiente y se graficó en el anexo 13.

La definición de holgura independiente requiere que el valor sea no negativo; como el valor ($IC_i \text{ min.} - T_{Li} \text{ máx.} - t_i$) puede ser negativo, se define H_{Li} igual a cero de manera arbitraria.

Holgura de interferencia es la diferencia entre holgura total y holgura libre de una actividad. Si existe este tipo de holguras en una actividad indica que la realización de la misma dentro de este intervalo no altera la duración del proyecto pero consume las holguras de las actividades subsiguientes. Si se consume toda la holgura de interferencia, las actividades siguientes en la cadena se convertirán en críticas y si se consume más tiempo, la duración del proyecto se incrementará (ver anexo 14).

Holgura negativa se utiliza este término, cuando un proyecto es incapaz de ejecutarse según lo planificado, porque una o varias actividades no pueden realizarse con la duración asignada, extendiendo el tiempo de las holguras y aumentando el tiempo de ejecución del proyecto. Una medida para reconducir la ejecución del proyecto al tiempo original es reducir las duraciones de las actividades siguientes.”

Teoría basada en la Dimensión (X) D4 Costo

Las versiones originales de CPM y PERT difieren en dos aspectos importantes. Primero, el CPM supone que los tiempos de las actividades son determinístico (es decir, se pueden predecir de manera confiable sin incertidumbre significativa), por lo que no necesita las tres estimaciones que se acaban de describir. Segundo, en lugar de dar una importancia primordial al tiempo (explícitamente), el CPM asigna la misma importancia al tiempo y al costo y pone esto de relieve al construir una curva de tiempo-costo para cada actividad

De manera general, cada actividad se basa en dos puntos: el normal y el intensivo o de quiebre. El punto normal da el costo y el tiempo necesario cuando la actividad se realiza en la forma normal, sin incurrir en costos adicionales (horas extras de mano de obra, equipo o materiales especiales para ahorrar tiempo, etc.), Para correr con la actividad. En otro sentido, el punto de quiebre proporciona el tiempo y el costo necesario cuando se realiza la actividad en forma intensiva o de quiebre, esto es se acelera completamente sin reparar en costos, con el fin de reducir su tiempo de duración lo más que se pueda. Como

una aproximación, se supone entonces que todos los trueques intermedios entre tiempo y costos son posibles y que se encuentran sobre el segmento de línea que une a los dos puntos. De modo que, las únicas estimaciones que tienen que obtener el personal del proyecto son el costo y el tiempo para estos dos puntos.

La finalidad fundamental del CPM es determinar el trueque entre tiempo y costo que debe emplearse en cada actividad para cumplir con el tiempo de terminación del proyecto que se programó a un costo mínimo. Una forma de determinar la mejor combinación óptima del tiempo y costo es aplicar programación lineal. Para descubrir esto, es necesario introducir notación nueva, parte de la cual se resume:

D_{ij} : tiempo normal para la actividad (i, j)

CD_{ij} : costo (directo) normal para la actividad (i, j)

d_{ij} : tiempo de quiebre para la actividad (i, j)

Cd_{ij} : costo (directo) de quiebre para la actividad (i, j)

Las variables de decisión para el problema son x_{ij} donde

x_{ij} : tiempo de duración de la actividad (i, j)

Teoría basada en la variable Costos Y

Teoría basada en la dimensión (Y) d1 Previsión del coste

Aunque no es del caso ahondar en la teoría de costos, si se considera necesario abordar algunas ideas básicas dado la naturaleza del presente estudio. Los costos y gastos son todas aquellas erogaciones que se llevan a cabo con el fin de producir un ingreso. La contabilidad ha establecido diferenciación entre estos términos con el fin de asociar los primeros a las erogaciones que tiene que ver exclusivamente con la producción de un bien o servicio; mientras que los gastos se refieren a cualquier otra erogación diferentes a las descritas anteriormente, agrupándose en esta categoría los gastos de administración, de ventas y financieros (García, 1999 y Cuevas, 2001). Sin embargo no debería existir diferenciación alguna, prueba de ello es que en la práctica el gerente de logística se refiere a los costos logísticos cuando estos están asociados a gastos de ventas, igual ocurre con los costos financieros y de manera contradictoria el gerente de

producción se refiere en términos de gastos indirectos de fabricación. El hecho relevante es que los costos y gastos de un producto o servicio son un componente de significancia en la determinación del ingreso y en la posición financiera de toda organización. Sus funciones principales son:

- i. Valorar las existencias de productos en proceso y terminados
- ii. Cálculo del costo de los artículos enajenado en un periodo y en consecuencia determinar la utilidad o pérdida de la operación
- iii. Permitir fijar precios finales de ventas garantizando utilidades
- iv. Determinar eficiencias (rentabilidades) de todos los recursos utilizados en la cadena de valor
- v. Facilitar la elaboración de presupuestos de ventas, costos y gastos.

Los costos pueden clasificarse de muchas maneras, en lo que respecta a este estudio interesa establecer clara diferenciación entre costos fijos y variables. Los costos variables también llamados “directos” son aquellos que fluctúan en relación directa con el volumen de producción, tales como las materias primas y la mano de obra directa. En contraste los costos fijos permanecen constantes para un periodo determinado de tiempo independiente del volumen de producción. Ejemplo de estos costos son arrendamientos, cargos fijos de servicios públicos y otros servicios como el de vigilancia y algunos seguros (García, 1999).

Teoría basada en la dimensión (Y) d2 Estimación del coste

Estimación de los costos de la actividad

El costo total del proyecto suele estimarse durante la fase de inicio del proyecto o cuando se prepara la cédula del proyecto o una propuesta, pero por lo general no se preparan los planes detallados en ese momento. Sin embargo, durante la fase de planeación del proyecto se definen las actividades particulares y se elabora un plan de red. Una vez que se definen las actividades particulares, entonces pueden hacerse estimaciones de los recursos, las duraciones y los costos para cada actividad. Es necesario estimar los tipos y las cantidades de los recursos que se requerirán para realizar cada actividad. Los recursos incluyen personas, materiales, equipo,

instalaciones, etc. Los recursos estimados de las actividades se utilizan para estimar sus costos. El costo estimado de cada actividad puede incluir los elementos siguientes: a) Costos de mano de obra. Son los costos estimados para las distintas clasificaciones de personas que se espera trabajen en el proyecto, como pintores, diseñadores y programadores de computadoras. Los costos de mano de obra se basan en el tiempo de trabajo estimado (que no necesariamente es lo mismo que la duración estimada de las actividades) y las tarifas de mano de obra en unidades monetarias para cada persona o clasificación. b) Costos de materiales. Son los costos estimados de los materiales que el equipo del proyecto o contratista necesitan comprar para el proyecto, como pintura, madera, tuberías, arbustos, alfombras, cables eléctricos, papel, material de arte, alimentos, computadoras y software de aplicación. c) Costos del equipo. Algunos proyectos requieren equipo que debe adquirirse como parte del proyecto. El equipo puede incluir elementos como computadoras y maquinaria. Por ejemplo, un proyecto para construir una clínica incluiría la compra de varios tipos de equipo médico o un proyecto para actualizar una instalación de manufactura puede incluir la compra de la nueva maquinaria de producción. Una oficina nueva podría incluir la compra de sistemas de cómputo nuevos. d) Costos de instalaciones. Algunos proyectos pueden requerir instalaciones especiales o espacio adicional para el equipo del proyecto, por razones de seguridad, para almacenar materiales, o para construir, ensamblar y probar el elemento final del proyecto (entregable). Si se requieren estas instalaciones es necesario incluir los costos estimados de rentar el espacio. e) Costos de subcontratistas y consultores. Cuando los equipos de proyecto o contratistas no tienen el expertise (conocimiento experto) o los recursos para hacer ciertas tareas del proyecto, pueden emplear subcontratistas o consultores para que realicen esas actividades. Ejemplos de estas tareas incluyen el diseño de un folleto, el desarrollo de un manual de capacitación, el desarrollo de software y la preparación del banquete para una recepción. (Gido y Clements, 2012. pág. 241 – 242)

Según la RAE (Pascual 2014), la palabra Estimación, significa: Aprecio y valor que se da y en que se tasa y considera algo. Costo: la palabra Costo significa: Cantidad que se da o se paga por algo. Entonces interpretando ambas palabras conforme al tema de investigación resulta: “el valor o aprecio supuesto que tiene o se le da a un producto o servicio, volviéndose este supuesto, lo más cercano a la realidad, dependiendo de la

cantidad y calidad de la información disponible para estimarlo”. Algo importante sería resaltar la palabra supuesto, ya que podría definir por sí sola, lo que es una estimación de cualquier costo, para las personas que desconocen los gastos de inversiones, mano de obra, materiales infraestructura, tecnología, utilidad, financiamiento y todo lo que se requiera para obtener el precio de venta de un producto o servicio.

Otro Concepto básico a tener en cuenta es el Control de Costos, que según la AACE lo define como: La aplicación de Procedimientos para limitar los costos del Proyecto a solo los autorizados, para enfocar los esfuerzos de control a donde son más efectivos y para lograr un máximo control a un costo mínimo. (AACE International 2014).

La estimación de costes de un proyecto según (Ayllon Temprado, 2007) se realiza de forma cuantitativa sobre todas las actividades consideradas en la EDT del proyecto en lo referido a materiales, equipos, personal, instalaciones, servicios contratados; y sobre otros conceptos financieros en el entorno de desarrollo del proyecto a tener en cuenta como pueden ser inflación, valor actual de costes/ingresos, fluctuaciones en el valor de material, uso de monedas extranjeras o contingencias. Para el correcto tratamiento y consideración de estos conceptos financieros se ha de realizar un estudio previo de riesgos bien al realizar la estimación de costes, o bien antes del comienzo mismo del proyecto, al tomar la decisión de afrontar el proyecto (proceso de oferta).

El trabajo realizado por (Forigua y Ballesteros, 2007) nos dice que el costo de un proyecto se encuentra directamente ligado al tamaño del mismo, ya que el tamaño determina en la mayoría de los casos la duración y la dificultad de realizar dicho sistema. Partiendo de esto, el tamaño constituye uno de los factores que deben ser tenidos en cuenta al momento de realizar una buena estimación del costo de un proyecto. Sin embargo, existen otros tales como: el costo del personal y los recursos necesarios que son claves para el debido desarrollo de esta actividad.

Costos estimados: Son los que se calculan sobre una base experimental antes de producirse el artículo o prestarse el servicio, y tienen como finalidad pronosticar, en forma aproximada, lo que puede costar un producto para efectos de cotización. No tienen base científica y por lo tanto al finalizar la producción se obtendrán diferencias grandes que muestran la sobre aplicación o sub aplicación del costo, que es necesario corregir para ajustarlo a la realidad. Los costos de un artículo o servicio se conocen al final del período. Los costos estimados fueron el primer paso para la determinación del

costo de producción y tuvieron la finalidad de pronosticar el material, la mano de obra y los gastos indirectos a invertir en un producto determinado. (Turmero, 2008)

Ventajas de los costos estimados

Se conocen separadamente los costos de los materiales y de las operaciones, conociéndose así las alteraciones que ocurran.

Facilita contar con estimaciones seguras cuando se cambia el diseño de un producto o el método de fabricación.

Su estudio conduce a los costos eficientes.

Su obtención con anterioridad a la producción conduce a la adopción de normas correctas en las funciones de compra, producción y distribución.

Se utilizan como escalón transitorio para llegar al desarrollo de un sistema más completo de costos. Es decir, para llegar así a la elaboración de la hoja de costos estimados.

Desventajas de los costos estimados

Entre las desventajas más relevantes podemos encontrar como es obvio la determinación del costo estimado en forma anticipada y que no coincidirá con los costos reales, por diferentes motivos como por ejemplo: variación de los precios, productos competitivos del exterior, volumen de producción, etc.

Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides de la prensa de pescado en la línea de prensado, reducirá los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar?

Justificación del estudio

La presente investigación se justifica por su aporte práctico en la resolución de una problemática específica presentada en la empresa objeto de estudio utilizando herramientas de ingeniería industrial como el PERT – CPM y el estudio de costos.

Basándose en la recopilación bibliográfica disponible se diseñará la programación de actividades para reducir las tareas improductivas ejecutadas normalmente y CPM la identificación de la ruta crítica y la identificación entre la correlación de actividad-costos que se deben considerar para la planificación de las tareas. Así mismo por su aporte teórico al realizar una recopilación bibliográfica de los conceptos más importantes de las variables y sus respectivas dimensiones. En el caso del aporte social se justifica porque la investigación busca incrementar la productividad de las operaciones y por ende beneficiará en el mediano o largo plazo a los trabajadores que se encuentran laborando en el área de producción. Al concluir el presente trabajo de investigación se tendrá mayor conocimiento de los procedimientos a seguir cuando se inicien los mantenimientos correctivos que se aplicarán a los helicoides de las prensas de pescado.

Una vez implementado los procedimientos de operaciones en la empresa, se programarán tiempos en los procesos de producción, a fin de reducir el índice de observaciones y/o reclamos de los clientes por retraso en la entrega, pérdidas de materia prima y aumentando la calidad de los productos terminados, para evitar la perdidas de la cartera de clientes como fue en caso de la Corporación Pesquera INCA S.A. – Chimbote; en octubre del 2017 por los constantes reclamos, observaciones, fallas y defectos encontrados en algunos trabajos realizados por la empresa, la gerencia tomó la decisión cancelar de forma indefinida la relación cliente – proveedor, que sostenía con la empresa investigada. La implementación de un Sistema de programación y su respectivo registro, les ayudará a manejar los costos de operación y producción, y les permitirá desarrollar ventajas competitivas. Conociendo sus niveles de costos, analizándolos detalladamente y controlándolos adecuadamente, les conducirá a que no se tomen decisiones relacionadas con la reducción de costos sin considerar que estos recortes muchas veces amenazan generalmente a la calidad del producto.

Hipótesis

La implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.

Objetivos.

Objetivo general.

Determinar la medida en que la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.

Objetivos específicos

Determinar las actividades de la implementación de programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, que reducen los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.

Determinar los tiempos de la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, que reducen los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.

Identificar la ruta crítica en la implementación en la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, que reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.

II. MÉTODO

En este estudio se hará el uso del método pre experimental, para ello se pretende manipular la variable independiente para observar su efecto en la dependiente en una prueba de pre test y post test.

Tipo de Estudio.

Será un Estudio de nivel aplicativo, porque se hará uso de los conocimientos teóricos de la implementación PERT-CPM del mantenimiento correctivo de helicoides para dar solución a la realidad problemática de la empresa en estudio. A su vez es un estudio pre experimental, porque manipula intencionalmente la gestión del problema de la implementación de programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides para la reducción de costos en la Factoría Agromar.

Diseño de investigación

La presente investigación del tipo pre experimental con pre test y post test.

Tabla 1. Diseño de Investigación

ESQUEMÁTICA	G - O1 - X - O2
	G: Helicoides de prensa de pescado O: Medición de la productividad
REPRESENTATIVA	1: Productividad con estudio del trabajo actual X: Implementación programación de actividades 2: Productividad con programación de actividades
	<ul style="list-style-type: none">• Seleccionar población y muestra• Identificar variables• Aplicar pre Test
PROCEDIMENTAL	<ul style="list-style-type: none">• Implementar técnicas PERT - CPM• Aplicar post Test• Comparar resultados Pre Test – Post Test• Elaborar conclusiones y recomendaciones

Variables.

- ❖ Variable independiente (X)
Programación de actividades PERT-CPM
- ❖ Variable dependiente (Y)
Costos

Tabla 2. Tabla de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
PROGRAMACIÓN POR PROYECTO	PERT y CPM, son técnicas de revisión y evaluación de programas y método de la ruta crítica respectivamente, donde cada uno de estos métodos de programación representa un proyecto como una red. El CPM difiere del PERT principalmente en detalles sobre cómo se tratan tiempo y costos y se busca determinar las actividades "críticas" merecedoras de una vigilancia cercana. Pág. 658. Investigación de operaciones. Eppen, Gould, Schmitd, (2000) ISBN 970-17-0270-0	PERT y CPM, son técnicas propias del ingeniero industrial que permite ejecutar un proyecto de producción y de servicio cumpliendo distintas actividades programadas en función al tiempo para determinar la ruta crítica o actividades que merecen control de tal manera que se cumpla al más corto tiempo posible la culminación del proyecto. El CPM se complementa con el PERT al evaluar los costos involucrados en el proyecto ejecutado. Cerna (2018)	D1: ACTIVIDADES	Nº de Actividades		Nominal
			D2: TIEMPO	Tiempo Optimista (a) Tiempo más Probable (m) Tiempo Pesimista (b)	$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$	Intervalo
			D3: RUTA CRÍTICA	CPM	RUTA CRÍTICA	Nominal
			D4: COSTO	CONTROL DE COSTOS	Costo Unitario= $\frac{\text{Costos Totales}}{\text{Cantidad Total}}$	Razón
COSTOS	El control eficaz de los costos se basa en una descomposición de los elementos principales que intervienen en una actividad productiva o de servicio, de manera, la acumulación de datos pueda obtenerse una información analítica de la influencia que en los resultados vallan teniendo los distintos componentes del costo. Técnicas del PERT, Sánchez, (1973) Pág. 125	El costo eficaz en un proceso productivo se basa esencialmente en el control de la previsión del coste preventivo complementado con la estimación del coste y su duración en los gastos de la programación de las actividades en PERT/COSTE para controlar los egresos, recursos, materiales, humanos requeridos para el proyecto. Cerna (2018)	d1: PREVISIÓN DEL COSTE	COTIZACION A PROVEEDORES Materia prima (MP) Mano de obra (Mo) Maquinaria (Ma)	$Pv = MP + Mo + Ma$	Razón
			d2: ESTIMACIÓN DEL COSTE	ORDEN DE COMPRA	COTIZACIONES	Nominal

Fuente: Elaboración propia

Población y muestra

Población:

Son los proyectos del mantenimiento de prensas de pescado anteriores realizados por la empresa.

Muestra:

Será el proyecto que se esté desarrollando en el tiempo de investigación y el personal involucrado.

Se utilizará un muestreo no probabilístico por juicio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas

El procesamiento y el análisis de datos es desarrollado por método inductivo – deductivo, con ayuda de un diagrama de Gantt.

Programa POM QM, el cual apoyo en el control de las actividades del proyecto, también nos mostrará la ruta crítica que se presenta durante el desarrollo del proyecto.

Se presenta paralelamente el avance real y el proceso constructivo de la obra, junto con un diagrama de Gantt que muestra la programación para la ejecución de cada partida.

La recolección de datos se basa en la observación directa, análisis documental (véase planos, normas técnicas, expediente técnico, entre otros) y análisis de contenido.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos serán fichas con un formato aprobado para el control de calidad y fotografías.

Instrumentos de recolección de Datos

Para la variable de Programación por proyecto se aplicará denominado DIAGRAMA DE RED. Dicho instrumento de recolección de datos permitirá obtener la información necesaria sobre los tiempos de ejecución y ruta crítica; así como recoger la información necesaria para calcular los indicadores correspondientes con apoyo de un diagrama Gantt.

Para la variable de Costo se utilizará un instrumento denominado GUIA DE OBSERVACION. Dicho instrumento permitirá recopilar las horas programadas y las horas reales de producción para el cálculo de la eficiencia, así mismo la producción real y la meta de producción para el cálculo de la eficacia y posteriormente comparar los índices de gastos anteriores y los nuevos resultados ubicada en el anexo 15.

Tabla 3: Instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTO	FUENTE	INFORMANTES
Programación por proyectos	PERT-CPM	Usuarios/Actividades	Trabajadores
Costos	Guía de observación	Logística	Trabajadores

Fuente: Elaboración propia

Validez

La validez se realizará a través de un juicio de experto las cuales serán anexadas al final del presente informe.

Métodos de análisis de datos

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se realizará a través de histogramas para representar las cantidades obtenidas en cuanto a operaciones, producción, costos y almacenajes.

Análisis inferencial

El análisis inferencial será a través de la comparación de los indicadores de producción, control de gastos antes y después de aplicar el estudio del trabajo.

Aspectos éticos

En el cumplimiento de las disposiciones vigentes del reglamento de elaboración del desarrollo del proyecto de investigación, como estudiante de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, afirmo que en el desarrollo del proyecto de tesis se utilizó información auténtica y verás, de manera racional y respetando las disposiciones legales respetando el artículo 1° (objetivos) del código de ética en investigación de la universidad con resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV.

Además cabe mencionar que la información expuesta en esta investigación, es emitida de fuentes bibliográficas fidedignas que fueron debidamente revisadas y aprobadas para su publicación, dejando de lado cualquier indicio de plagio total de otras investigaciones, respetando el artículo 6° (Honestidad) y el artículo 15° (De la política antiplagio) del código de ética en investigación de la universidad con resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV.

III. RESULTADOS

Diagnóstico de la situación actual de las áreas en la empresa Factoría Agromar SAC en la ciudad de Chimbote en el año 2017.

Los pasos del mantenimiento correctivo de helicoides así como los documentos que generan en cada control de calidad – planimetría inicial la cual se realiza antes de realizarse el mantenimiento y la planimetría final que se realiza tras concluir el mantenimiento de la prensa las cuales se anexan al Dossier de calidad realizado para cada proyecto – ver Anexo 16.

Se inició con el diagnóstico de la empresa en el área de producción, para identificar las estaciones de trabajo con más bajos promedios de producción y altos índices de costos durante el período de enero 2016 hasta diciembre del 2017.

Situación encontrada de proyecto base (Diagnóstico).

Objetivo 1 (D1 Actividades):

Al concluir las encuestas realizadas por el tesista al área de proyectos de la empresa se evidenció que la programación de actividades correspondientes al mantenimiento correctivo de helicoides son realizados de forma empírica (experiencia realizando trabajos similares) mediante un diagrama Gantt realizado del programa Microsoft office project.

Donde se identificó la falta de asignación de recursos y/o responsables para cada actividad, así mismo se evidenció la falta de comunicación entre las áreas de producción, proyectos y calidad para identificar las actividades más importantes o donde el personal tenga mayor uso de su tiempo en la jornada laboral para la culminación del proyecto – ver Anexo 17.

En el diagrama Gantt realizado por la empresa, las actividades no son específicas y sin tener en cuenta los parámetros solicitados por los clientes, lo cual genera un cumplimiento inadecuado entre las actividades programadas por las áreas involucradas en el proyecto y las actividades realizadas por las áreas.

Con la información obtenida se logró realizar un cuadro de actividades encontrándose un total de 20 actividades donde se identifica que se debe esperar la culminación de una actividad para iniciar con la siguiente (Ver anexo 18).

Objetivo 2 (D2 Tiempo):

Tras los diagnósticos realizados para recobrar información (Ver anexo 19); se realizó un cuadro general del cumplimiento de producción de los años 2016 y 2017, donde se evidenció que solo año 2016 logró alcanzar la meta establecida por la empresa, en el año 2017 se estableció un 85% como meta, en el mes de julio no hubo actividades realizadas al tema investigado; por las eventualidades ocurridas en el mes de octubre se redujo la meta a un 80%; finalizando el año con un 82.45%, estando por debajo a lo establecido en el 2017 como se muestra en la tabla 4, al no llegar al cumplimiento de lo establecido se utilizó tiempo (horas) no programado para culminación de los proyectos desarrollados.

Tabla 4. Cumplimiento de la producción 2016 – 2017

CUMPLIMIENTO DE PRODUCCION				
PERIODO	PROYECTADO 2016	REAL 2016	PROYECTADO 2017	REAL 2017
Promedio	80.00%	80.17%	84.09%	82.45%

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 3 (D3 Ruta Crítica):

Como se vio en la D1 (Actividades) Pre Test, donde la programación era empírica y muy poco detallada; de misma manera ocurre con la falta de identificación de la ruta crítica ya las actividades siguen una secuencia simple por lo cual se identificó un error en la programación de actividades.

Tras una inspección al área de producción se pudo identificar que el desarrollo de las actividades son coordinadas en el día a día en el área de producción y la poca comunicación entre las áreas de control de calidad y producción para el seguimiento y control de los cronogramas establecidos para el proyecto.

El listado de actividades realizado en “D1” Pre Test, fue utilizado para encontrar su ruta crítica y tiempo de culminación del proyecto, se utilizó el apoyo del programa POM QM, donde se obtuvo el tiempo de duración del proyecto siendo un total de 42.9 días para la conclusión y posible entrega del proyecto al cliente (Ver anexo 20).

Costos realizados por proyecto base Y (Costo):

Debido al bajo índice del cumplimiento de producción la empresa requirió utilizar horas hombre y horas máquinas adicionales para el cumplimiento de las actividades, lo cual genera costos no programados (ver anexo 21, 22 y 23).

En el año 2016 se obtuvo costos adicionales de S/. 67,287.80 nuevos soles, para el año 2017 los costos redujeron teniendo en cuenta que en julio no hubo proyecto relacionado con el tema de investigación como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Costos Generales 2016 - 2017

COSTOS GENERALES			
PROGRAMADO 2016	REAL 2016	PROGRAMADO 2017	REAL 2017
S/. 446,400.00	S/. 513,687.80	S/. 446,100.00	S/. 487,050.40
SOBRE COSTO 2016	S/. 67,287.80	SOBRE COSTO 2017	S/. 40,950.40

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de propuesta 1

Se presentaron propuestas con nuevos listados de actividades, los cuales se realizaron coordinadamente con el área de proyectos y producción de la empresa, el cual fue utilizado como guía para el proyecto desarrollado en el mes de marzo.

Los datos del listado de actividades fueron colocados en el programa POM QM, para determinar las tareas críticas del proyecto. Se tuvo en cuenta que la presente propuesta, la duración de los días es de 10 horas y de 10 personas para el proyecto.

Dimensión D1 (Actividades):

Se determinaron un total de 25 actividades a realizarse en el proyecto que se ejecutó en el mes de marzo, en la cual se colocaron códigos a las actividades e identificaron las actividades precedentes para la ejecución del proyecto, considerándose turno noche solo en la ejecución de las tareas designadas como “mecanizado de helicoides - R”, como se visualiza en el anexo 24.

Dimensión D2 (Tiempo):

Con el nuevo listado de actividades, se procedió a colocar los datos en el software “POM QM”, donde se obtuvo el tiempo estimado para la ejecución del segundo proyecto del año 2018.

Se determinó el tiempo estimado de 34.91 días para la conclusión del proyecto así mismo se determinaron los tiempos optimista, normal, pesimista, la holgura y sus desviaciones estándar para cada actividad; así mismo se presenta una diferencia de 7.7 días con relación al proyecto realizado en los meses noviembre y diciembre del 2017 (diagnostico D3), donde el tiempo de duración del proyecto fue de 42.9 días (Ver anexo 25).

Dimensión D3 (Ruta Crítica):

A diferencia a lo visto en el diagnostico D3 donde no se logró la identificación de las actividades críticas para la ejecución del proyecto y viéndose que cada actividad era realizada con el día a día, se graficó las actividades y su secuencia de ejecución para tenerse en cuenta durante la ejecución del proyecto.

Se identificaron tareas críticas a 20 actividades designadas, las cuáles fueron observadas por el área de producción para el cumplimiento efectivo de los tiempos establecidos, dando la sumatoria de 34.9 días para la conclusión del proyecto; lo cual se representó gráficamente en el anexo 26 y el diagrama Gantt en el anexo 27.

Mediante el apoyo del software POM QM se obtuvo la curva de distribución normal donde se obtuvo un 95% para que el proyecto se culmine en el tiempo estimado tal como lo demuestra el anexo 28.

Desarrollo de propuesta 2

Se presentó la segunda propuesta del nuevo listado de actividades, el cual se realizaron coordinadamente con el área de proyectos y producción.

La segunda propuesta se consideró a 8 personas que intervengan en el proyecto y 12 horas de trabajo por día y a diferencia de la propuesta 1 no se consideró turno noche.

Dimensión D1 (actividades):

Se determinaron un total de 24 actividades a realizarse en el proyecto, en la cual se colocaron códigos a las actividades e identificaron las actividades precedentes y los tiempos correspondientes a cada actividad para la ejecución del proyecto, como se visualiza en el anexo 29.

Dimensión D2 (Tiempo):

Se procedió a colocar los datos en el software “POM QM”, donde se obtuvo el tiempo estimado para la ejecución del segundo proyecto del año 2018.

Se determinó el tiempo estimado de 38.97 días para la conclusión del proyecto así mismo se determinaron los tiempos optimista, normal, pesimista, la holgura y sus desviaciones estándar para cada actividad; así mismo se presenta una diferencia de 3.93 días con relación al proyecto realizado en los meses noviembre y diciembre del 2017 (diagnostico D3), donde el tiempo de duración del proyecto fue de 42.9 días (Ver anexo 30).

Dimensión D3 (Ruta Crítica):

A diferencia a lo visto en el diagnóstico D3 donde no se logró la identificación de las actividades críticas para la ejecución del proyecto y viéndose que cada actividad era realizada con el día a día, se graficó las actividades y su secuencia de ejecución para tenerse en cuenta durante la ejecución del proyecto.

Tras obtener la ruta crítica, se identificaron tareas críticas a 19 de las actividades designadas, las cuáles fueron observadas por el área de producción para el cumplimiento efectivo de los tiempos establecidos, dando la sumatoria de 38.97 días para la conclusión del proyecto; lo cual se representó gráficamente en el anexo 31 y el diagrama Gantt en el anexo 32.

Con el apoyo del software POM QM se obtuvo la curva de distribución normal donde se obtuvo un 71.42% de que el proyecto se culmine en el tiempo estimado tal como lo demuestra el anexo 33.

Comparación de costos de las propuestas. Dimensión Y:

Al concluir con las propuestas de actividades y la asignación de tareas críticas del proyecto se procedió a la comparación de costos entre las propuestas y lo real. La comparación de costos de los proyectos realizados durante el periodo de la implementación de las propuestas llego a demostrar que la propuesta más adecuada para la reducción de los costos en los proyectos es la propuesta 1 (Ver anexos 34 y 35), viéndose que en el segundo proyecto del 2018 se utilizó en su totalidad la propuesta 1 teniendo un costo no programado del 3.6% de lo destinado para el desarrollo del proyecto tal como lo muestra la tabla 6.

Tabla 6. Comparación de costos entre propuestas y real 2018

COSTOS GENERALES DE PROYECTOS								
PERIODO	PROYECTO 1				PROYECTO 2			
	PROPUESTA 1	REAL	PROPUESTA 2	REAL	PROPUESTA 1	REAL	PROPUESTA 2	REAL
MAR.	S/. 58,408.00	S/. 93,786.00	S/. 56,448.00	S/. 93,786.00				
ABR	S/. 27,342.00	S/. 0.00	S/. 26,166.00	S/. 0.00	S/. 27,195.00	S/. 28,554.75	S/. 25,872.00	S/. 28,554.75
MAY					S/. 59,290.00	S/. 61,068.70	S/. 61,152.00	S/. 61,068.70
JUN							S/. 475.00	S/. 0.00
TOTAL	S/. 85,750.00	S/. 93,786.00	S/. 82,614.00	S/. 93,786.00	S/. 86,485.00	S/. 89,623.45	S/. 87,499.00	S/. 89,623.45
	SOBRECOSTO PROPUESTA 1	S/. 8,036.00	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 11,172.00	SOBRECOSTO PROPUESTA 1	S/. 3,138.45	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 2,124.45

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de hipótesis principal

Prueba t: Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre de manera significativa respecto a sus medias

Tabla 7. Contrastación de hipótesis

SEMANA	COSTO INICIAL DE PROYECTOS	COSTO FINAL DE PROYECTOS
SEM 1	6255	10388
SEM 2	12630	15582
SEM 3	10425	12679
SEM 4	12540	15141
SEM 5	12685	15141
SEM 6	10547.5	15141
SEM 7	12645	5551.7
SEM 8	12705	
SEM 9	10487.5	
Promedio (X)	11213.3	12803.4
Desviación estándar (S)	2132.6	3709.2
numero de datos (n)	9.0	7.0
S ²	4548029.688	13758420.775
S ² /n	505336.632	1965488.682
t =		1.012
Grados de libertad	gl = (n ₁ +n ₂)-2	14.00
Nivel de significancia	0.050	
El valor t obtenido de tablas es		0.961

De acuerdo a lo obtenido con el t-student se demuestra que el Valor calculado es 1.012 siendo mayor al valor que aparece en la tabla (0.961), por lo que se acepta la hipótesis de investigación.

Significando que la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides tiene un impacto positivo directo en la reducción de los costos de los proyectos a realizar por la empresa Factoría Agromar.

IV. DISCUSIÓN

Se determina la variable programación por proyecto utilizando las herramientas PERT-CPM, con el resultado se encuentra una mejora en la productividad en todo su conjunto como un sistema a la medida de la aplicación en la implementación con este método; a la vez se optimizó tiempo y costo del proyecto, se encontró un cumplimiento de producción en destiempo y costos elevados, con ellos se definió el número de actividades, los diferentes tiempos, la ruta crítica del proyecto y los costos que intervienen en el proyecto. Durante la aplicación del software POM QM y Win QSB se obtuvieron como resultado, la mejora del cumplimiento de producción en un costo optimizado del 86.22% significando en 11,266.55 nuevos soles en comparación al proyecto desarrollado entre los meses de noviembre y diciembre; y teniendo una reducción del cumplimiento del proyecto en 18.61% lo que equivale la reducción de 8 días en la ejecución del proyecto.

Estos datos indican que el PERT-CPM resuelve los problemas encontrados en la ejecución de los proyectos, concordando con JIJÓN (2013) en su tesis “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel”, donde propuso un listado de las operaciones realizando una correcta distribución en las diversas zonas de producción logró obtener un ahorro de un 12.65% del tiempo en la producción de cada lote siendo una reducción de 96.92 minutos por lote a producirse. Al realizar la propuesta se reduce la ejecución del proyecto en 42.9 días a 34.9 días significando un 17.9% de ahorro en el tiempo de ejecución.

Se realiza un análisis de los diversos proyectos, dado como resultado un listado de actividades el cual fue utilizado como base, para las propuestas agregando mayor información, como la secuencia de las actividades dependientes, siendo útil para construir los diagramas PERT-CPM, lo cual nos da como resultado 21 actividades críticas con las propuestas realizadas, se relaciona con Adaya (2014) en la tesis “Administración de Proyectos con CPM, PERT y PROJECT (Cambio del Anclaje Superior Del Puente Rio Papaloapan). En la ciudad de México – de la República de México en el año 2014”, concluyó que en la ingeniería es importante tener en cuenta con los apoyo de CPM, PERT y el software PROJECT, se realiza una eficaz administración de los recursos del proyecto cumpliendo con la información

necesaria para llevar a cabo un control durante el proceso de ejecución de actividades del proyecto, haciendo de esto el manejo óptimo de recursos tanto económicos y técnicos.

Concordando en la tesis de Díaz (2017) con el título “Implementación PERT-CPM del sistema DAF2 para mejorar la productividad del agua de bombeo empresa COPEINCA S.A.C. en la ciudad de Chimbote”, la identificación de la ruta crítica del proyecto siendo un total de 9 actividades; logró un ahorro de tiempo en un 50.90% significando una reducción de 28 días y un ahorro del presupuesto destinado para el proyecto en un 52.61% lo cual es una reducción de \$62 890, al utilizar las herramientas PERT – CPM en el mantenimiento correctivo de helicoides, se lograron determinar 24 actividades con la primera propuesta presentada y teniendo un total de 20 actividades críticas para realizar un control y seguimiento conforme al avance del proyecto y logrando la reducción en S/. 11,266.55 en comparación al proyecto desarrollado entre los meses de noviembre y diciembre del 2017, en ambos trabajos de investigación las herramientas utilizadas ayudaron en la solución de los problemas encontrados.

Realizando comparación con la tesis de Arriaga y Cumpa (2015), concordamos que se debe aplicar procedimientos de estimación de costos para los meses de producción acorde con las necesidades del mercado y realizar capacitaciones periódicas con tendencias en la gestión de costos para la mejora en la toma de decisiones. Ya que realizando capacitaciones se logró en la reducción de 5.68%, con respecto al presente trabajo donde se logró reducir en un 3.6% los costos del proyecto y se confirmó que al concluir la capacitación al personal nuevo y actual se deberá medir los conocimientos en la toma de decisiones.

En la utilización de las herramientas CPM en la tesis de GARCIA y RUIZ (2015), en un proyecto con duración de 128 días, lograron la reducción con la cadena crítica lograron la reducción a 110 días lo cual significó un ahorro de 18 días a lo programado del proyecto y teniendo una reducción del 36% en el presupuesto inicial para la ejecución del proyecto, en el presente estudio hubo la reducción de tiempo en un 7.7 días para la ejecución del proyecto y teniendo un estimado de ahorro en S/. 11,266.55, con la utilización de las herramientas PERT – CPM.

PACHECO (2015), Analizó los efectos sobre el costo y plazo de ejecución del proyecto investigado y obtuvo como resultado un plazo de 57 días útiles, y un presupuesto de S/. 376,147.49, al concluir el trabajo de investigación aplicando la herramienta CPM obtuvo una reducción de costo directo del proyecto en un total de S/. 16,691.23 significando un 4.4% del costo directo, utilizó 5 pasos para la focalización del CPM. En comparación de lo realizado en el presente trabajo de investigación realizando un diagnóstico en los 4 puntos clave en la ejecución del mantenimiento correctivo de helicoides.

Con el apoyo del t-student se demostró que el valor calculado es 1.012 siendo mayor al valor que aparece en la tabla (0.961), por lo que para el presente trabajo de investigación se aceptó la hipótesis de investigación, significando que la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides tiene un impacto positivo directo en la reducción de los costos de los proyectos a realizar por la empresa Factoría Agromar.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la medida de la utilidad en la implementación de la programación por proyecto del método PERT- CPM en el proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides, el cual se relaciona con la productividad teniendo como resultado en el costo de proyectos anteriores del mantenimiento correctivo de helicoides fue favorable, pero teniendo costos elevados. El costo del último proyecto del 2107 (noviembre - diciembre) fue 100,890.00 nuevos soles, con la implementación de la programación por proyecto con la herramienta PERT-CPM en el mantenimiento correctivo de helicoides en el segundo proyecto del año 2018 (abril - mayo) el costo fue de 89,623.45.

Se analizó la cantidad de actividades en la propuesta 1 para la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides, las cuales fueron similares del primer proyecto por tratarse de una emergencia solicitada por el cliente la cual sumo 25 actividades a realizar en el proyecto.

Se determinó la magnitud del tiempo por cada actividad con la implementación de la programación por proyecto siendo 35 días para la conclusión, en relación con el proyecto realizado en noviembre y diciembre se concluyó en 43 días, teniendo una eficiencia de tiempo del 81.39%.

Se identificó la extensión de la ruta crítica tanto para PERT y CMP, fueron 20 actividades de la ruta crítica de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides que se relacionó de manera proporcional y directa con la mejora de la rentabilidad de la empresa siendo 13.78% por proyecto realizado.

Se calculó la medida del costo con la implementación de la programación por proyecto, donde se obtuvo un resultado de 86.22% de eficiencia, el cual se relaciona con el mejoramiento de la productividad a un costo de 89,623.45 del presupuesto inicial con la cantidad de 103,950.00 nuevos soles siendo un reducción del costo en 14,326.55 nuevos soles por proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las organizaciones la implementación del método de programación por proyecto teniendo como herramientas el PERT-CPM ya que su campo de acción es muy amplio, contando con flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto sea este grande o pequeño, así mismo, porque es un sistema muy dinámico, que se actualiza y controla todo el avance del proyecto, va reflejando la situación presente a la fecha de todo el plan de acción, a tener un avance controlado y ayuda de manera eficiente a cumplir con los objetivos y a mejorar siempre la productividad.

Se recomienda realizar un análisis y un listado de las actividades similar a la propuesta 1 para desarrollarse el proyecto y evitar variaciones en la conformación de las mismas, ya que con este método se obtiene un mejor resultado en el planeamiento completo del proyecto y control de diversas actividades, como son la construcción de presas, la construcción de cocinas de pescado, etc.

Para determinar la cantidad del tiempo por cada actividad en el desarrollo de un proyecto. Implementar el método PERT-CPM para lograr su ejecución o gran parte de él, siempre en un tiempo mínimo, es decir teniendo en ruta crítica, aportando en la probabilidad de cumplir exitosamente todos los plazos propuestos para todo tipo de proyectos.

Implementar la programación por proyecto con la herramienta del PERT-CPM por que identifica la ruta crítica del plan y ayuda a tomar medidas correctivas ante los problemas potenciales que perjudican el cumplimiento del programa propuesto.

Implementar la programación con la herramienta del PERT-CPM en su proyecto ya que define el costo total de operación más bajo posible, siempre dentro de un tiempo disponible y enseña una disciplina bastante lógica para planificar y organizar un programa ampliamente detallado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

JIJÓN, K. Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel. En la ciudad de Ambato – Ecuador en el año 2013.

Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4962/1/t807id.pdf>

ADAYA, C. Administración de Proyectos con CPM, PERT y PROJECT (Cambio del Anclaje Superior Del Puente Rio Papaloapan). En la ciudad de México – de la República de México en el año 2014. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/15243?show=full>

GARCIA B. y RUIZ E. Impacto de la gestión en obra utilizando la programación de la cadena crítica en la construcción civil “Residencial Mostacero” en la ciudad de Trujillo – Perú en el año 2105. Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1144/1/GARC%C3%8DA_BRENDA_CADENA_CR%C3%8DTICA_CONSTRUCCI%C3%93N.pdf

ARRIAGA, D y CUMPA, M. Costos estimado y su influencia en la toma de decisiones gerenciales en la empresa DANPER SAC. De la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo – Perú en el año 2015. Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1519/1/Arriaga_Razuri_Costos_Influencia_Decisiones.pdf

DIAZ, A. Implementación PERT-CPM del sistema daf2 para mejorar la productividad del agua de bombeo empresa COPEINCA S.A.C. En la ciudad de Chimbote – Perú en el año 2017.

PACHECO, E. Planificación de obra aplicando la teoría de restricciones y comparación con el método CPM en proyectos de construcción. En el distrito de Selva Alegre – Perú en el año 2017. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/874>

VARGAS, J. Implantación de un sistema de costos por proceso y su efecto en la rentabilidad de la empresa ALPACA Color S.A. En la ciudad de Lima – Perú en el año 2016. Disponible en:

<http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/355/1/VARGAS%20ALFARO%2c%20JHONNATAN%20JACK.pdf>

PAICO, O. Evaluación de los costos y propuesta de un sistema de costos por órdenes para la empresa “Grupo Ulloa S.A.C.”. En el distrito de Santa – Ancash – Perú en el año 2017.

Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12391/paico_mo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TERRONES, U. Implementación de un sistema de costos por procesos en la producción de banano orgánico para mejorar la rentabilidad de la asociación de pequeños agricultores y ganaderos el Algarrobal de Moro. En la ciudad de Trujillo – Perú en el año 2015. Disponible en:

http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5391/terronesle%C3%B3n_uver.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DINATELE, N. y PICON, E. y QUEZADA, H. y TORO, G. Planeamiento estratégico del sector metalmecánica en el Perú. En la ciudad de Lima – Perú en el año 2017. Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8489>

BALLESTEROS, O y PATRICIA, S. Propuesta de un modelo de análisis para la estimación del tamaño del software y gestión de costos y riesgos a partir de requerimientos funcionales. En la ciudad de Bogotá – Colombia en el año 2007. Disponible en:

http://pegasus.javeriana.edu.co/~riesgors/tesis%20definitiva_4-11.pdf

AYLLON, J. Herramientas para la planificación y control de costes de un proyecto. En la ciudad de Madrid – España en el año 2007. Disponible en:

<http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20070920JorgeAyllon.pdf>

SORA, L y FUENTES, L. Diseño de un modelo de costos basado en actividades para la construcción de vivienda de interés social. En la ciudad de Tunja – Colombia. Disponible en:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/5096>

CORDOVA, I. El proyecto de investigación cuantitativa 1ª ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L. 2012. 216pp.

ISBN: 9786123150716

López, M; Moran, C. Programación PERT – CPM y control de proyectos España: Fondo Editorial CAPECO [199-] 152pp.

Sánchez, M. Técnicas del Pert aplicadas a la construcción tiempos/costes 2ª ed. Ediciones CEAC S.A. 1973. 245pp.

ISBN: 8432921025

Investigación de operaciones en la ciencia administrativa por Eppen, G. [et al.]. México, D.F.: 5^a ed. Ediciones Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 2000. 792pp.

ISBN: 9701702700

Manual de dirección de operaciones por Miranda, F. [et al.]. España: 1^a ed. Ediciones International Thomson Editores Spain Paraninfo S.A. 2006. 679pp.

ISBN: 8497322584

Jacobs, R; Chase R. Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. Mexico D.F.: 13^a ed. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. 2009. 810pp

ISBN: 9786071510044

Gido, J; Clements, J. Administración exitosa de proyectos. Mexico, D.F.: 5^a ed. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. 2009.

ISBN: 9786074817881

Disponible

en:

https://books.google.com.pe/books?id=MSKGVyXE9RwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Investigación Operativa I. RIVERA, Igor (2005). [Fecha de consulta: 22 de abril de 2018].

Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos24/pert-cpm/pert-cpm.shtml>

Sistema de Control de Costo. FERNADEZ, J (2009). [Fecha de consulta 22 de abril de 2018].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/jcfdezmx2/control-de-costos-presentation>

Becerra, Telmo. La prensa uno de los cimientos en una planta eficiente de harina de pescado [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2018]

Disponible en: <https://es.slideshare.net/atigroup/6-la-prensa-de-pescado-24592388>

Revista Pesca y Medio ambiente [Fecha de consulta 19 de julio de 2018]. Disponible en:

<https://pescaymedioambiente.com/2017/11/07/las-principales-empresas-pesqueras-del-pais/>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Prensa de pescado – Doble tornillo



Fuente: Empresa AT

Anexo 3: Formula de tiempo estimado.

$$Te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

Fuente: Técnicas del PERT aplicadas a la construcción tiempos/costes.

Anexo 4: Cálculo de desviación estándar.

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \quad (2)$$

Fuente: Técnicas del PERT aplicadas a la construcción tiempos/costes.

Anexo 5: Duración esperada de la ruta.

$$\sum_{(ij \in Ruta)} [T_{ij}] = \text{Duración esperada de la ruta} \quad (3)$$

Fuente: Monografía PERT CPM.

Anexo 6: Variación de la duración de la ruta.

$$\sum_{(ij \in Ruta)} [V_{ij}] = \text{Variación de la duración de la ruta} \quad (4)$$

Fuente: Monografía PERT CPM.

Anexo 7: Variable aleatoria asociada a la duración de la actividad.

$$E[T_{ij}]_e(Z) = \frac{a+4m+b}{6}$$
$$V[T_{ij}] = \frac{(b-a)^2}{36} \quad (5)$$

Fuente: Monografía PERT CPM.

Anexo 8: Teorema Central del Límite.

$$CP = \sum_{(ij \in Ruta)} Tij \quad (6)$$

Fuente: Monografía PERT CPM.

Anexo 9: Calculo de holgura

La holgura de una actividad se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$\text{Holgura} = IL - IC = TL - TC \quad (7)$$

Fuente: Administración de Proyectos

Dónde:

IC: Inicio más cercano, es decir, lo más pronto que puede comenzar la actividad.

TC: Término más cercano, es decir, lo más pronto que puede terminar la actividad.

IL: Inicio más lejano, es decir, lo más tarde que puede comenzar la actividad sin retrasar el término del proyecto.

TL: Término más lejano, es decir, lo más tarde que puede terminar la actividad sin retrasar el término del proyecto.

Anexo 10: Holgura total de tarea.

$$\text{Holgura total de la tarea } i = TLi - ICi - ti \quad (8)$$

Fuente: Administración de Proyectos

Anexo 11: Holgura libre.

$$\text{Holgura libre } i = (ICi \text{ min} - ICi) - ti = ICi \text{ min} - Tci \quad (9)$$

Fuente: Administración de Proyectos

Anexo 12: Holgura de seguridad

$$\text{Holgura de seguridad } i = (ICi \text{ min} - ICi) - ti = ICi \text{ min} - TCi \quad (10)$$

Fuente: Administración de Proyectos

Dónde: LFi máx. = máxima terminación lejana de todas las tareas predecesoras inmediatas de la tarea i

Anexo 13: Holgura independiente.

$$\text{Holgura independiente } i = \text{máx. } [0, (ICi \text{ min}, - TLi \text{ máx.} - ti)] \quad (11)$$

Fuente: Administración de Proyectos


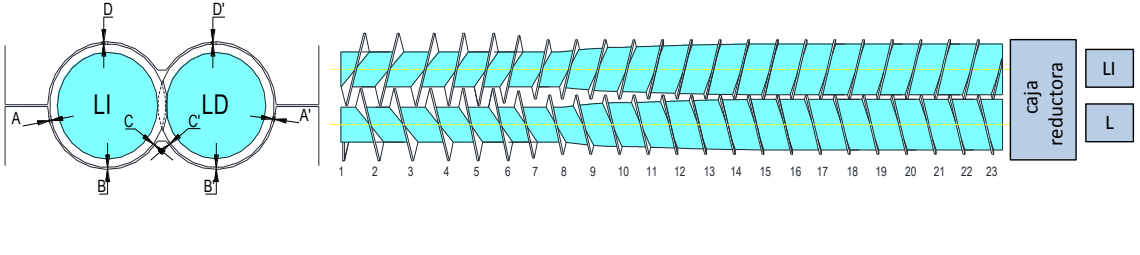
Dónde: ICi min y TLi máx. Se definieron para las holguras libres y de seguridad.

Anexo 14: Holgura de interferencia.

$$\text{Holgura de interferencia} = HT - HL \quad (12)$$

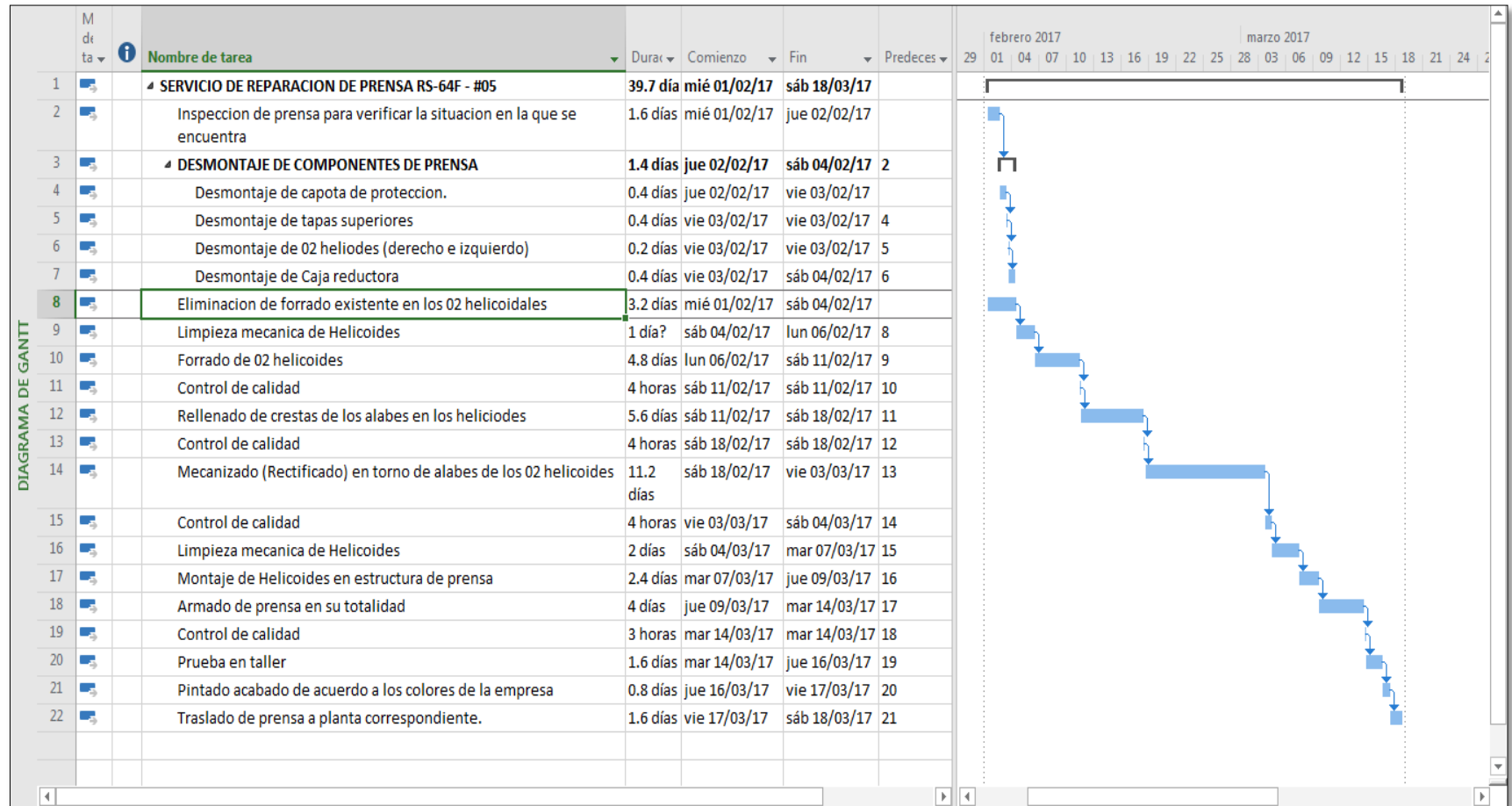
Fuente: Administración de Proyectos

Anexo 16: Planimetría de prensa

	CONTROL DE CALIDAD		Código	FOR-PP-001				
	FORMATO		Revisión	0				
	PLANIMETRIA DE PRENSA		Emitido	Ene-17				
			Hoja N°	1 de 1				
1.- DATOS GENERALES:								
PROYECTO:			FECHA:					
CLIENTE:			REGISTRO N°:					
2.- DATOS DE LA PRENSA:								
MARCA: ---			TIPO: DOBLE TORNILLO					
MODELO:			CAPACIDAD: ---					
3. ESQUEMA: PLANIMETRIA FINAL								
								
ITEM	LADO IZQUIERDO (LI)				LADO DERECHO (LD)			
	A	B	C	D	A'	B'	C'	D'
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
PROM.								
4.- INSTRUMENTOS UTILIZADOS:								
-Gage de laminas.								
-Vernier MITUTOYO 12".								
5.- OBSERVACIONES:								
6.- RESULTADO:								
<input type="checkbox"/> CONFORME		<input type="checkbox"/> NO CONFORME						
7.- APROBACION FINAL:								
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:				
FECHA:		FECHA:		FECHA:				
VºBº CONTROL DE CALIDAD AGROMAR S.A.C		VºBº PRODUCCION AGROMAR S.A.C		VºBº JEFE DE PROYECTO AGROMAR S.A.C				
				VºBº CLIENTE				

Fuente: Área de proyectos –Factoría Agromar

Anexo 17: Diagrama Gantt - Diagnostico



Fuente: Área de proyectos – factoría agromar S.A.C.

Anexo 18: listado de actividades del diagnostico

Listado de actividades				
N° de actividades	Símbolos	Descripción	Duración (días)	Actividad precedente
1	A	Inspección de prensa	1.6	
2	B	Desmontaje de protección	0.4	A
3	C	Desmontaje de tapas	0.4	B
4	D	Desmontaje de helicoides	0.2	C
5	E	Desmontaje de caja reductora	0.4	D
6	F	Eliminación de forrado existente	3.2	E
7	G	Limpieza mecánica de helicoide 1	1	F
8	H	Forado de helicoides	4.8	G
9	I	Control de calidad 1	0.5	H
10	J	Rellenado de crestas de helicoide	5.6	I
11	K	Control de calidad 2	0.5	J
12	L	Mecanizado de helicoide	11.2	K
13	M	Control de calidad 3	0.5	L
14	N	Limpieza mecánica de helicoide	2	M
15	O	Montaje de helicoides en estructura	2.4	N
16	P	Armado completo de prensa	4	O
17	Q	Control de calidad 4	0.4	P
18	R	Prueba en taller	1.6	Q
19	T	Pintado completo	0.8	R
20	S	Traslado de prensa a planta	1.6	T

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Cumplimiento de producción 2016 – 2017

CUMPLIMIENTO DE PRODUCCION				
PERIODO	PROYECTADO 2016	REAL 2016	PROYECTADO 2017	REAL 2017
ENE	80.00%	75.00%	85.00%	85.00%
FEB	80.00%	80.00%	85.00%	60.00%
MAR	80.00%	90.00%	85.00%	80.00%
ABR	80.00%	75.00%	85.00%	85.00%
MAY	80.00%	100.00%	85.00%	80.00%
JUN	80.00%	80.00%	85.00%	70.00%
JUL	80.00%	66.00%	0.00%	0.00%
AGO	80.00%	86.00%	85.00%	82.00%
SEP	80.00%	80.00%	85.00%	80.00%
OCT	80.00%	75.00%	85.00%	100.00%
NOV	80.00%	75.00%	80.00%	90.00%
DIC	80.00%	80.00%	80.00%	95.00%
	Promedio 2016	80.17%	Promedio 2017	82.45%

Fuente: Área de producción – Elaboración Propia

Anexo 20: Diagnostico encontrado de ruta crítica.

PRENSA PRE TEST – SOLUTION						
Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	42.9					
A	1.6	0	1.6	0	1.6	0
B	0.4	1.6	2	1.6	2	0
C	0.4	2	2.4	2	2.4	0
D	0.2	2.4	2.6	2.4	2.6	0
E	0.4	2.6	3	2.6	3	0
F	3.2	3	6.2	3	6.2	0
G	1	6.2	7.2	6.2	7.2	0
H	4.8	7.2	12	7.2	12	0
I	0.5	12	12.5	12	12.5	0
J	5.6	12.5	18.1	12.5	18.1	0
K	0.5	18.1	18.6	18.1	18.6	0
L	11.2	18.6	29.8	18.6	29.8	0
M	0.5	29.8	30.3	29.8	30.3	0
N	2	30.3	32.3	30.3	32.3	0
O	2.4	32.3	34.7	32.3	34.7	0
P	4	34.7	38.7	34.7	38.7	0
Q	0.4	38.7	39.1	38.7	39.1	0
R	1.6	39.1	40.7	39.1	40.7	0
S	0.6	40.7	41.3	40.7	41.3	0
T	1.6	41.3	42.9	41.3	42.9	0

Fuente: Programa POM QM – Elaboración propia

Anexo 21: Costos de mano de obra 2016 - 2017

COSTOS MANO DE OBRA				
PERIODO	PROGRAMADO 2016	REAL 2016	PROGRAMADO 2017	REAL 2017
ENE.	S/. 19,200.00	S/. 24,960.00	S/. 19,200.00	S/. 24,000.00
FEB.	S/. 19,200.00	S/. 24,576.00	S/. 19,200.00	S/. 24,000.00
MAR.	S/. 19,200.00	S/. 25,920.00	S/. 19,200.00	S/. 23,040.00
ABR.	S/. 19,200.00	S/. 23,040.00	S/. 19,200.00	S/. 22,075.00
MAY.	S/. 19,200.00	S/. 22,272.00	S/. 19,200.00	S/. 23,040.00
JUN.	S/. 19,200.00	S/. 24,000.00	S/. 19,200.00	S/. 24,000.00
JUL.	S/. 19,200.00	S/. 21,125.00	S/. 0.00	S/. 0.00
AGO.	S/. 19,200.00	S/. 24,000.00	S/. 19,200.00	S/. 22,080.00
SEP.	S/. 19,200.00	S/. 23,040.00	S/. 19,200.00	S/. 23,040.00
OCT.	S/. 19,200.00	S/. 21,120.00	S/. 30,000.00	S/. 30,000.00
NOV.	S/. 19,200.00	S/. 22,656.00	S/. 30,000.00	S/. 30,600.00
DIC.	S/. 19,200.00	S/. 24,960.00	S/. 30,000.00	S/. 30,900.00
TOTAL	S/. 230,400.00	S/. 281,669.00	S/. 243,600.00	S/. 276,775.00
	SOBRECOSTO 2016	S/. 51,269.00	SOBRE COSTO 2017	S/. 33,175.00

Fuente: Factoría Agromar – elaboración propia

Anexo 22: Costos de maquinaria 2016 - 2017

COSTOS MAQUINARIA				
PERIODO	PROGRAMADO 2016	REAL 2016	PROGRAMADO 2017	REAL 2017
ENE.	S/. 18,000.00	S/. 19,800.00	S/. 18,000.00	S/. 19,499.40
FEB.	S/. 18,000.00	S/. 19,679.40	S/. 18,000.00	S/. 19,499.40
MAR.	S/. 18,000.00	S/. 20,100.60	S/. 18,000.00	S/. 19,206.00
ABR.	S/. 18,000.00	S/. 19,200.60	S/. 18,000.00	S/. 18,900.00
MAY.	S/. 18,000.00	S/. 18,959.40	S/. 18,000.00	S/. 19,200.60
JUN.	S/. 18,000.00	S/. 19,499.40	S/. 18,000.00	S/. 18,000.00
JUL.	S/. 18,000.00	S/. 18,600.00	S/. 0.00	S/. 0.00
AGO.	S/. 18,000.00	S/. 19,499.40	S/. 18,000.00	S/. 18,900.00
SEP.	S/. 18,000.00	S/. 19,200.60	S/. 18,000.00	S/. 18,180.00
OCT.	S/. 18,000.00	S/. 18,599.40	S/. 19,500.00	S/. 19,500.00
NOV.	S/. 18,000.00	S/. 19,080.00	S/. 19,500.00	S/. 19,695.00
DIC.	S/. 18,000.00	S/. 19,800.00	S/. 19,500.00	S/. 19,695.00
TOTAL	S/. 216,000.00	S/. 232,018.80	S/. 202,500.00	S/. 210,275.40
	SOBRE COSTO 2016	S/. 16,018.80	SOBRE COSTO 2016	S/. 7,775.40

Fuente: Factoría Agromar – elaboración propia

Anexo 23: Costos generales 2016 - 2017

COSTOS GENERALES				
PERIODO	PROGRAMADO 2016	REAL 2016	PROGRAMADO 2017	REAL 2017
ENE.	S/. 37,200.00	S/. 44,760.00	S/. 37,200.00	S/. 43,499.40
FEB.	S/. 37,200.00	S/. 44,255.40	S/. 37,200.00	S/. 43,499.40
MAR.	S/. 37,200.00	S/. 46,020.60	S/. 37,200.00	S/. 42,246.00
ABR.	S/. 37,200.00	S/. 42,240.60	S/. 37,200.00	S/. 40,975.00
MAY.	S/. 37,200.00	S/. 41,231.40	S/. 37,200.00	S/. 42,240.60
JUN.	S/. 37,200.00	S/. 43,499.40	S/. 37,200.00	S/. 42,000.00
JUL.	S/. 37,200.00	S/. 39,725.00	S/. 0.00	S/. 0.00
AGO.	S/. 37,200.00	S/. 43,499.40	S/. 37,200.00	S/. 40,980.00
SEP.	S/. 37,200.00	S/. 42,240.60	S/. 37,200.00	S/. 41,220.00
OCT.	S/. 37,200.00	S/. 39,719.40	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00
NOV.	S/. 37,200.00	S/. 41,736.00	S/. 49,500.00	S/. 50,295.00
DIC.	S/. 37,200.00	S/. 44,760.00	S/. 49,500.00	S/. 50,595.00
TOTAL	S/. 446,400.00	S/. 513,687.80	S/. 446,100.00	S/. 487,050.40
	SOBRE COSTO 2016	S/. 67,287.80	SOBRE COSTO 2017	S/. 40,950.40

Fuente: Factoría Agromar – elaboración propia

Anexo 24: Listado de actividades Propuesta 1

PROPUESTA 1							
Descripción	Acti vity	Optimistic time	Most Likely time	Pessimistic time	Prec 1	Prec 2	Prec 3
Inspección de prensa	A	1.44	1.6	1.68			
Desmontaje de protección	B	0.36	0.4	0.42	A		
Desmontaje de tapas	C	0.36	0.4	0.42	B		
Desmontaje de helicoides	D	0.18	0.2	0.21	C		
Desmontaje de caja reductora	E	0.36	0.4	0.42	C		
Mantenimiento de caja reductora	F	2.25	2.5	2.63	E		
Eliminación de forrado existente	G	2.88	3.2	3.36	D		
Limpieza mecánica de helicoides 1	H	0.90	1	1.05	G		
Emplantillado de helicoides	I	1.26	1.4	1.47	H		
Control de calidad 1	J	0.45	0.5	0.53	H		
Envío de planchas a zona de corte	K	0.36	0.4	0.42	G		
Corte de planchas	L	1.26	1.4	1.47	I	J	K
Forrado de helicoides	M	1.80	2	2.10	J	L	
Control de calidad 2	N	0.45	0.5	0.53	J	M	
Rellenado de crestas de helicoide	O	5.04	5.6	5.88	N		
Control de calidad 3	P	0.45	0.5	0.53	N	O	
Mecanizado de helicoide - Turno día	Q	5.58	6.2	6.51	P		
Mecanizado de helicoide - Turno noche	R	4.50	5	5.25	P		
Limpieza mecánica de helicoide 2	S	0.90	1	1.05	Q	R	
Montaje de helicoides en estructura	T	2.16	2.4	2.52	S		
Armado completo de prensa	U	2.70	3	3.15	F	T	
Control de calidad 4	V	0.36	0.4	0.42	U		
Prueba en taller	W	1.44	1.6	1.68	V		
Pintado completo	X	0.72	0.8	0.84	W		
Traslado de prensa a planta	Y	1.44	1.6	1.68	X		

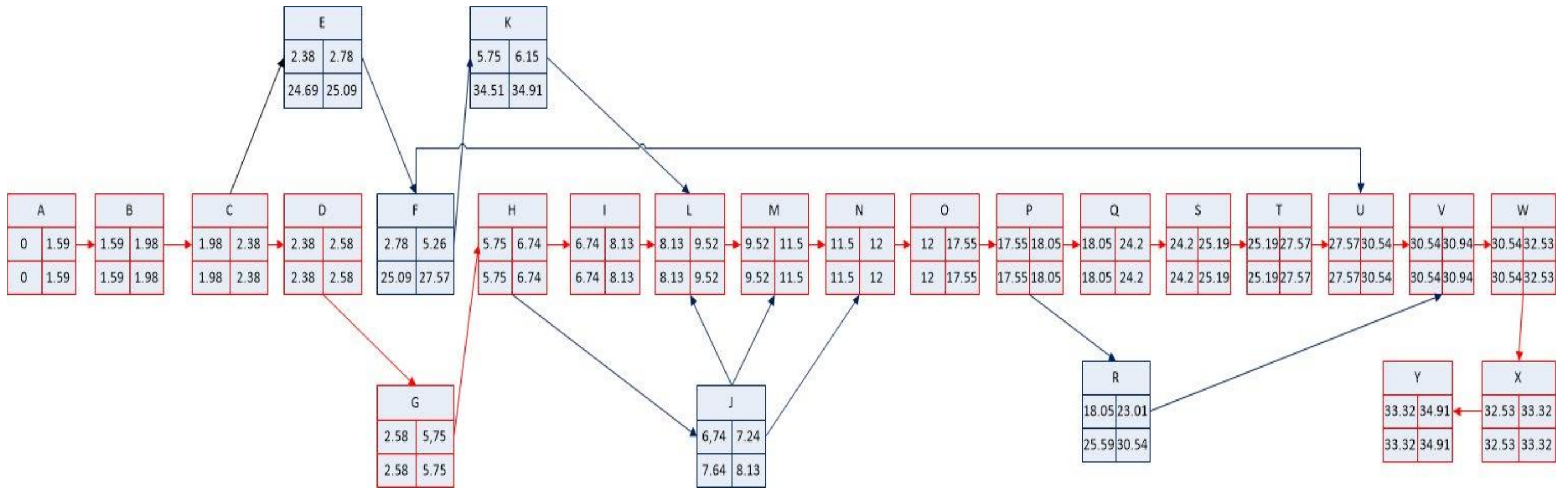
Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 25: Tiempo estimado Propuesta 1

PROPUESTA 1 – SOLUTION							
Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	Standard Deviation
Project	34.91						0.27
A	1.59	0	1.59	0	1.59	0	0.04
B	0.4	1.59	1.98	1.59	1.98	0	0
C	0.4	1.98	2.38	1.8	2.38	0	0
D	0.2	2.38	2.58	2.38	2.58	0	0
E	0.4	2.38	2.78	24.69	25.09	22.31	0
F	2.48	2.78	5.26	25.09	27.57	22.31	0.06
G	3.17	2.58	5.75	2.58	5.75	0	0.08
H	1	5.75	6.74	5.75	6.74	0	0.03
I	1.39	6.74	8.13	6.74	8.13	0	0.04
J	0.5	6.74	7.24	7.64	8.13	0.89	0.01
K	0.4	5.75	6.15	34.51	34.91	28.76	0
L	1.39	8.13	9.52	8.13	9.52	0	0.04
M	1.98	9.52	11.5	9.52	11.5	0	0.05
N	0.5	11.5	12	11.5	12	0	0.01
O	5.55	12	17.55	12	17.55	0	0.14
P	0.5	17.55	18.05	17.55	18.05	0	0.01
Q	6.15	18.05	24.2	18.05	24.2	0	0.16
R	4.96	18.05	23	25.59	30.54	7.54	0.13
S	1	24.2	25.19	24.2	25.19	0	0.03
T	2.38	25.19	27.57	25.19	27.57	0	0.06
U	2.98	27.57	30.54	27.57	30.55	0	0.08
V	0.4	30.54	30.94	30.54	30.94	0	0
W	1.59	30.94	32.53	30.94	32.53	0	0.04
X	0.79	32.53	33.32	32.53	33.32	0	0.02
Y	1.59	33.32	34.91	33.32	34.91	0	0.04

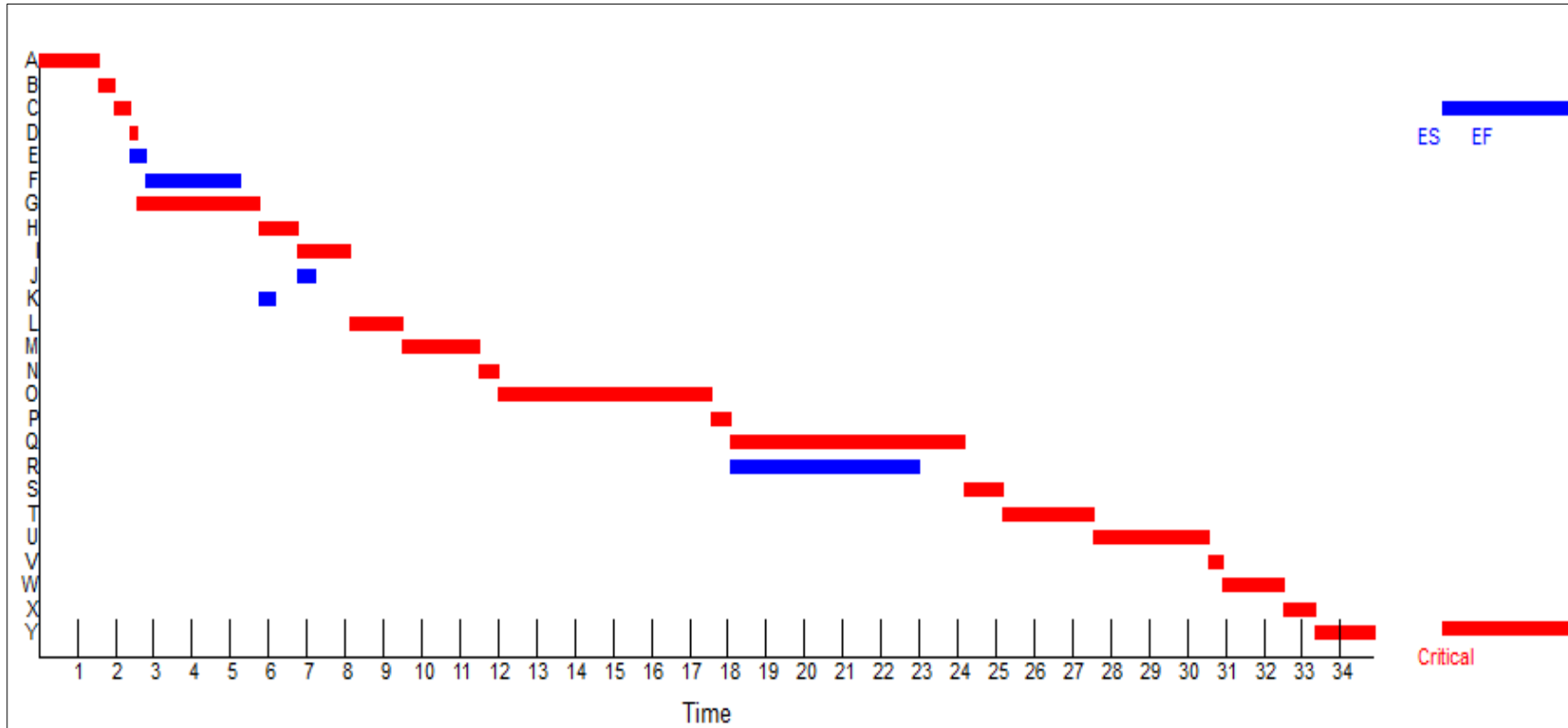
Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 26: Ruta Crítica de Propuesta 1

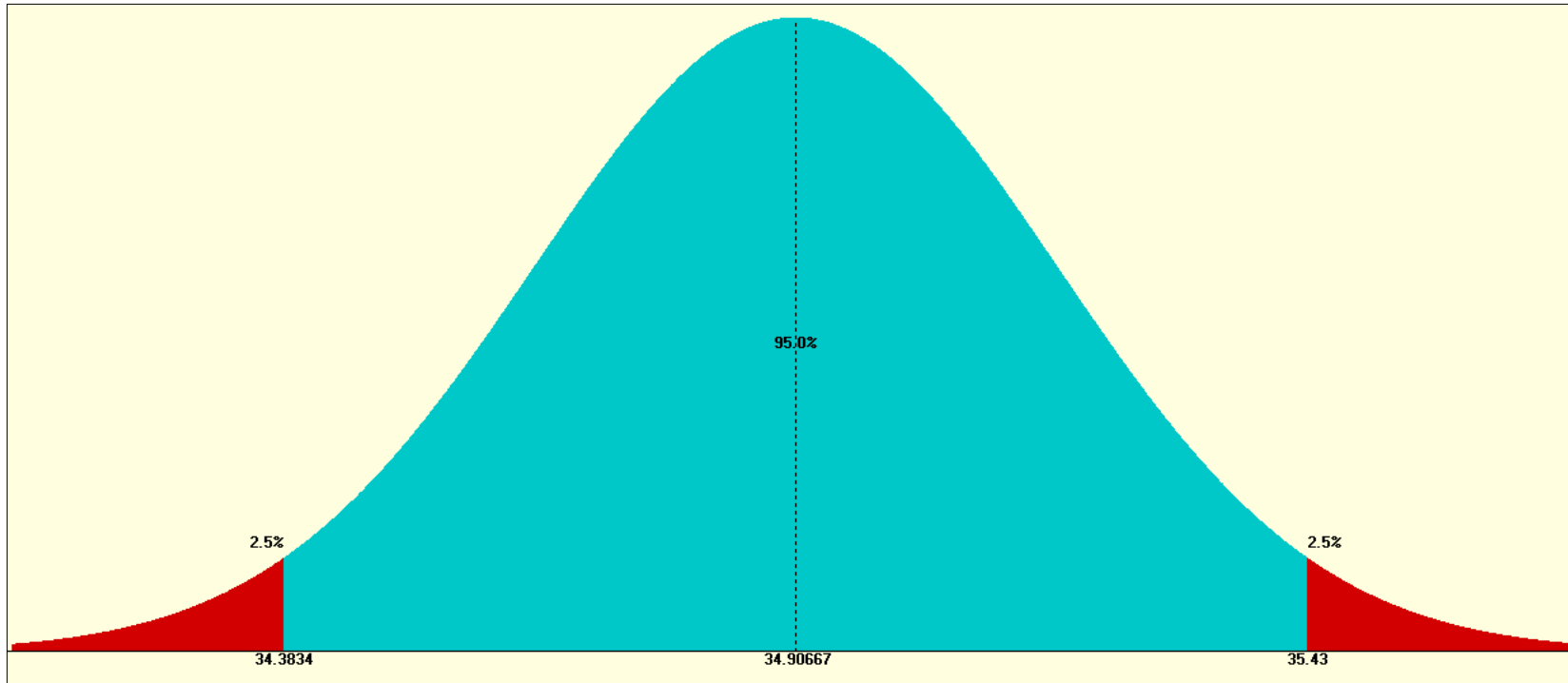


Fuente: Programa Win QSB – elaboración propia

Anexo 27: Diagrama Gantt de propuesta 1



Anexo 28: Curva de distribución normal propuesta 1



Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 29: Listado de actividades para la propuesta 2

PROPUESTA 2							
Descripción	Activity	Optimistic time	Most Likely time	Pessimistic time	Prec 1	Prec 2	Prec 3
Inspección de prensa	A	1.53	1.7	1.79			
Desmontaje de protección	B	0.36	0.4	0.42	A		
Desmontaje de tapas	C	0.36	0.4	0.42	B		
Desmontaje de helicoides	D	0.18	0.2	0.21	C		
Desmontaje de caja reductora	E	0.36	0.4	0.42	C		
Mantto de caja reductora	F	2.25	2.5	2.63	E		
Eliminación de forrado existente	G	2.88	3.2	3.36	D		
Limpieza mecánica de helicoides 1	H	0.90	1	1.05	G		
Emplantillado de helicoides	I	1.08	1.2	1.26	H		
Control de calidad 1	J	0.45	0.5	0.53	H		
Envío de planchas a zona de corte	K	0.36	0.4	0.42	G		
Corte de planchas	L	1.08	1.2	1.26	I	J	K
Forrado de helicoides	M	1.98	2.2	2.31	J	L	
Control de calidad 2	N	0.45	0.5	0.53	J	M	
Rellenado de crestas de helicoide	O	4.68	5.2	5.46	N		
Control de calidad 3	P	0.45	0.5	0.53	N	O	
Mecanizado de helicoide	Q	9.90	11	11.55	P		
Limpieza mecánica de helicoide 2	R	0.90	1	1.05	Q		
Montaje de helicoides en estructura	S	2.16	2.4	2.52	R		
Armado completo de prensa	T	2.70	3	3.15	S		
Control de calidad 4	U	0.36	0.4	0.42	F	T	
Prueba en taller	V	1.44	1.6	1.68	R	U	
Pintado completo	W	0.72	0.8	0.84	V		
Traslado de prensa a planta	X	1.44	1.6	1.68	W		

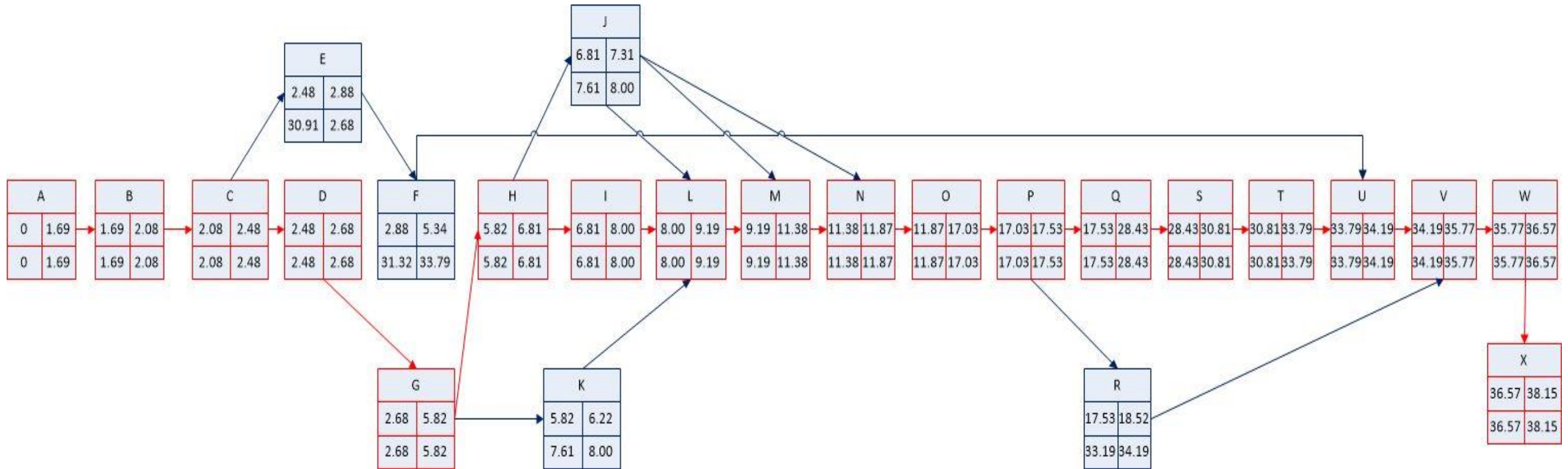
Fuente: Elaboración propia

Anexo 30: Tiempo estimado Propuesta 2

PROPUESTA 2							
Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	Standard Deviation
Project	38.97						0.35
A	1.69	0	1.69	0.00	1.69	0	0.04
B	0.40	1.69	2.08	1.69	2.08	0	0
C	0.40	2.08	2.48	2.08	2.48	0	0
D	0.20	2.48	2.68	2.48	2.68	0	0
E	0.40	2.48	2.88	31.75	32.15	29.27	0
F	2.47	2.88	5.34	32.15	34.61	29.27	0.08
G	3.17	2.68	5.85	2.68	5.85	0	0.08
H	1.00	5.85	6.84	5.85	6.84	0	0.03
I	1.19	6.84	8.03	6.84	8.03	0	0.03
J	0.50	6.84	7.34	7.54	8.03	0.69	0.01
K	0.40	5.85	6.25	7.64	8.03	1.78	0
L	1.19	8.03	9.22	8.03	9.22	0	0.03
M	1.98	9.22	11.21	9.22	11.21	0	0.05
N	0.50	11.21	11.70	11.21	11.70	0	0.01
O	5.16	11.70	16.86	11.70	16.86	0	0.13
P	0.50	16.86	17.36	16.86	17.36	0	0.01
Q	10.91	17.36	28.26	17.36	28.26	0	0.28
R	1.00	28.26	29.26	28.26	29.26	0	0.03
S	2.38	29.26	31.64	29.26	31.64	0	0.06
T	2.98	31.64	34.61	31.64	34.61	0	0.08
U	0.40	34.61	35.00	34.61	35.00	0	0
V	1.59	35.00	36.59	35.00	36.59	0	0.04
W	0.79	36.59	37.39	36.59	37.39	0	0.20
X	1.59	37.39	38.97	37.39	38.97	0	0.04

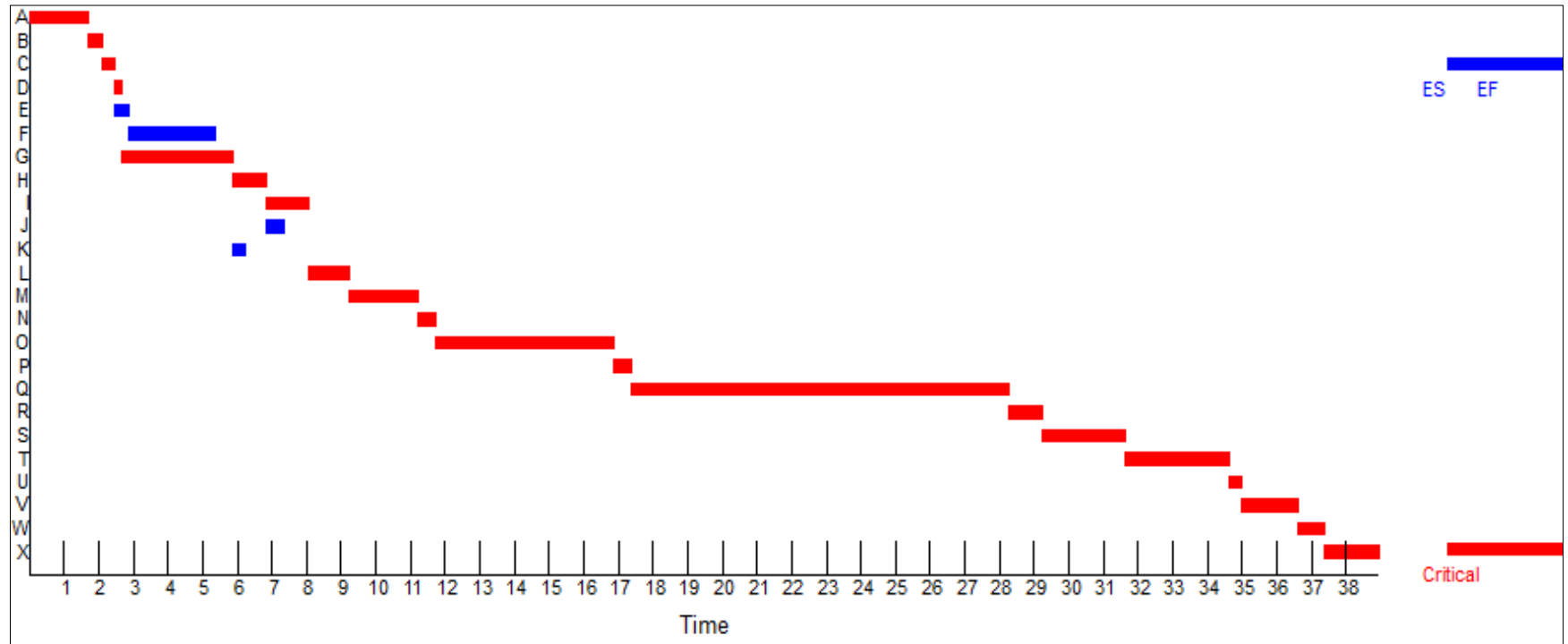
Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 31: Ruta crítica de la propuesta 2



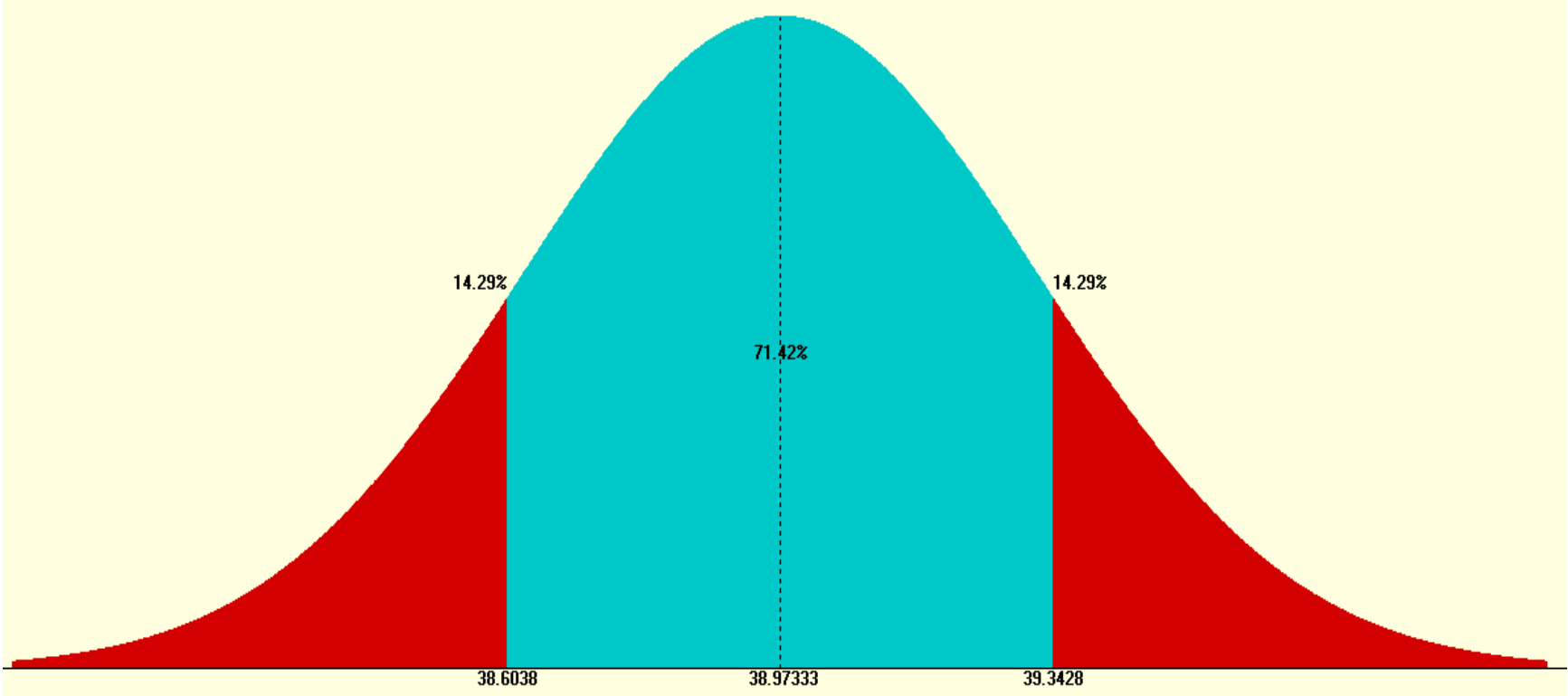
Fuente: Programa Win QSB – elaboración propia

Anexo 32: Diagrama Gantt de la Propuesta 2



Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 33: Curva de distribución normal para la propuesta 2



Fuente: Programa Pom QM – elaboración propia

Anexo 34: Costos mano de obra Propuestas vs Real

COSTOS MANO DE OBRA PROYECTO 1				
PERIODO	PROPUESTA 1	REAL 2018	PROPUESTA 2	REAL 2018
MAR.	S/. 29,800.00	S/. 47,850.00	S/. 28,800.00	S/. 47,850.00
ABR.	S/. 13,950.00	S/. 0.00	S/. 13,350.00	S/. 0.00
TOTAL	S/. 43,750.00	S/. 47,850.00	S/. 42,150.00	S/. 47,850.00
	SOBRECOSTO PROPUESTA 1	S/. 4,100.00	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 5,700.00

COSTOS MANO DE OBRA PROYECTO 2				
PERIODO	PROPUESTA 1	REAL 2018	PROPUESTA 2	REAL 2018
ABR.	S/. 13,875.00	S/. 14,568.75	S/. 13,200.00	S/. 14,568.75
MAY	S/. 30,250.00	S/. 31,157.50	S/. 31,200.00	S/. 31,157.50
JUN			S/. 475.00	
TOTAL	S/. 44,125.00	S/. 45,726.25	S/. 44,875.00	S/. 45,726.25
	SOBRECOSTO PROPUESTA 1	S/. 1,601.25	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 851.25

Anexo 35: Costo maquinaria Propuesta vs Real

COSTOS MAQUINARIA PROYECTO 1				
PERIODO	PROPUESTA 1	REAL 2018	PROPUESTA 2	REAL 2018
MAR.	S/. 28,608.00	S/. 45,936.00	S/. 27,648.00	S/. 45,936.00
ABR.	S/. 13,392.00	S/. 0.00	S/. 12,816.00	S/. 0.00
TOTAL	S/. 42,000.00	S/. 45,936.00	S/. 40,464.00	S/. 45,936.00
	SOBRE COSTO PROPUESTA 1	S/. 3,936.00	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 5,472.00

COSTOS MAQUINARIA PROYECTO 2				
PERIODO	PROPUESTA 1	REAL 2018	PROPUESTA 2	REAL 2018
ABR.	S/. 13,320.00	S/. 13,986.00	S/. 12,672.00	S/. 13,986.00
MAY.	S/. 29,040.00	S/. 29,911.20	S/. 29,952.00	S/. 29,911.20
JUN			S/. 456.00	S/. 0.00
TOTAL	S/. 42,360.00	S/. 43,897.20	S/. 43,080.00	S/. 43,897.20
	SOBRE COSTO PROPUESTA 1	S/. 1,537.20	SOBRE COSTO PROPUESTA 2	S/. 817.20

Anexo 36: Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICION
PROGRAMACIÓN POR PROYECTO	PERT y CPM, son técnicas de revisión y evaluación de programas y método de la ruta crítica respectivamente, donde cada uno de estos métodos de programación representa un proyecto como una red. El CPM difiere del PERT principalmente en detalles sobre cómo se tratan tiempo y costos y se busca determinar las actividades "críticas" merecedoras de una vigilancia cercana. Pág. 658. Investigación de operaciones. Eppen, Gould, Schmitd, (2000) ISBN 970-17-0270-0	PERT y CPM, son técnicas propias del ingeniero industrial que permite ejecutar un proyecto de producción y de servicio cumpliendo distintas actividades programadas en función al tiempo para determinar la ruta crítica o actividades que merecen control de tal manera que se cumpla al más corto tiempo posible la culminación del proyecto. El CPM se complementa con el PERT al evaluar los costos involucrados en el proyecto ejecutado. Cerna (2018)	D1: ACTIVIDADES	Nº de Actividades		Nominal
			D2: TIEMPO	Tiempo Optimista (a) Tiempo más Probable (m) Tiempo Pesimista (b)	$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$	Intervalo
			D3: RUTA CRITICA	CPM	RUTA CRITICA	Nominal
			D4: COSTO	CONTROL DE COSTOS	Costo Unitario= $\frac{\text{Costos Totales}}{\text{Cantidad Total}}$	Razón
COSTOS	El control eficaz de los costos se basa en una descomposición de los elementos principales que intervienen en una actividad productiva o de servicio, de manera, la acumulación de datos pueda obtenerse una información analítica de la influencia que en los resultados vallan teniendo los distintos componentes del costo. Técnicas del PERT, Sánchez, (1973) Pág. 125	El costo eficaz en un proceso productivo se basa esencialmente en el control de la previsión del coste preventivo complementado con la estimación del coste y su duración en los gastos de la programación de las actividades en PERT/COSTE para controlar los egresos, recursos, materiales, humanos requeridos para el proyecto. Cerna (2018)	d1: PREVISIÓN DEL COSTE	COTIZACION A PROVEEDORES Materia prima (MP) Mano de obra (Mo) Maquinaria (Ma)	$Pv = MP + Mo + Ma$	Razón
			d2: ESTIMACIÓN DEL COSTE	ORDEN DE COMPRA	COTIZACIONES	Nominal

Anexo 37: Matriz de consistencia

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿En qué medida la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides de la prensa de pescado en la línea de prensado, reducirá los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar?	Determinar la medida en que la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar	La implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.	X: PERT - CPM	Tiempo Optimista Tiempo Estandar Tiempo Pesimista N° de actividades Actividad - Costo	
			Y: COSTOS	Costo unitario Costo General	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	DIMENSIONES	INDICADORES		
1. ¿En qué medida las actividades de la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reducirá los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar?	1. Las actividades de la implementación de programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.	D1: ACTIVIDADES	Actividades Realizadas Actividades Programadas		
		D4: COSTO	Costo unitario Costo General		
2. ¿En qué medida los tiempos de la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reducirán los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar?	2. Determinar los tiempos de la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, que reducen los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar.	D2: TIEMPO	Tiempo Optimista Tiempo Estandar Tiempo Pesimista		
		D4: COSTO	Costo unitario Costo General		
3. ¿En qué medida la identificación de la ruta crítica en la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, reducirá los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar?	3. Identificar la ruta crítica en la implementación de la programación por proyecto del mantenimiento correctivo de helicoides en prensa de pescado de la línea de prensado, que reduce los costos de operaciones de mantenimiento de la Factoría Agromar	D3: RUTA CRITICA	N° de actividades Actividad - Costo		
		D4: COSTO	Costo unitario Costo General		

Anexo 38: Juicio de experto 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTO**

Programación por proyecto para reducir el Costo del mantenimiento correctivo de helicoides en la Factoría Agromar.

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de Investigación "Programación por proyecto para reducir el costo del mantenimiento correctivo de helicoides" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que en base a su **Criterio** y **Experiencia Profesional**, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CRITERIO	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Calificación de los Ítems del Cuestionario "Modelo de redes con algoritmo del agente viajero para minimizar el recorrido de visitas programadas":

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
Suficiencia				X		
Claridad				X		
Coherencia				X		
Relevancia			X			
Total Parcial			3	12		
TOTAL			15			

Puntuación:

De 4 a 6: No válida, reformular

De 10 a 12: Válido, mejorar

De 7 a 9: No válido, modificar

De 13 a 16: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	Chunga Pirizaca Edwin W.
Grado Académico	Ing. en Energía
Registro CIP	183310

Ing. CIP. Chunga Pirizaca Edwin Williams
ING. EN ENERGÍA
Reg. Colegio de Ingenieros N° 183310
Firma

Anexo 39: Juicio de experto 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTO**

Programación por proyecto para reducir el Costo del mantenimiento correctivo de helicoides en la Factoría Agromar.

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de Investigación "Programación por proyecto para reducir el costo del mantenimiento correctivo de helicoides" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que en base a su **Criterio y Experiencia Profesional**, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CRITERIO	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que esta midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Calificación de los Ítems del Cuestionario "Modelo de redes con algoritmo del agente viajero para minimizar el recorrido de visitas programadas":

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
Suficiencia				X		
Claridad				X		
Coherencia				X		
Relevancia			X			
Total Parcial			3	12		
TOTAL			15			

Puntuación:

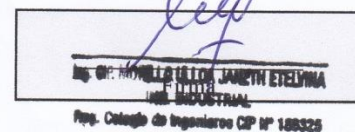
De 4 a 6: No válida, reformular

De 10 a 12: Válido, mejorar

De 7 a 9: No válido, modificar

De 13 a 16: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	Morillo Villa Janeth
Grado Académico	Ingeniero Industrial
Registro CIP	186325



Anexo 40: Juicio de experto 3



**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTO**

Programación por proyecto para reducir el Costo del mantenimiento correctivo de helicoides en la Factoría Agromar.

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de Investigación "Programación por proyecto para reducir el costo del mantenimiento correctivo de helicoides" con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que en base a su **Criterio y Experiencia Profesional**, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CRITERIO	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Calificación de los ítems del Cuestionario "Modelo de redes con algoritmo del agente viajero para minimizar el recorrido de visitas programadas":

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
Suficiencia				X		
Claridad				X		
Coherencia			X			
Relevancia			X			
Total Parcial			6	8		
TOTAL			14			

Puntuación:

De 4 a 6: No válida, reformular

De 10 a 12: Válido, mejorar

De 7 a 9: No válido, modificar

De 13 a 16: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	Eneque Lopez Juan Carlos
Grado Académico	ING. ELECTRICISTA
Registro CIP	128182

