



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO (HVAC), A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA BUILDING AUTOMATION SYSTEM (B.A.S). EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES, NAMRU-6.”

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Luis Ugarte Guerra

Gissela Jessica Rojas Chumbe

Asesor:

Mg. Sonia Espinoza Farias

Lima – Perú

2018

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **Luis Ugarte Guerra** y la Bachiller **Gisela Jessica Rojas Chumbe**, denominada:

“MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO (HVAC), A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA BUILDING AUTOMATION SYSTEM (B.A.S). EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES DE LA MARINA DE LOS EEUU, NAMRU-6”

Ing. Sonia Espinoza Farias

ASESOR

Ing. Jorge Malpartida Gutiérrez

**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Roger Ucañan Leyton

JURADO

Ing. Jhonatan Abal Mejía

JURADO

DEDICATORIA

A mi Padre Juan

Por haberme brindado su apoyo y dedicación cuando más lo necesitaba. Por ser perseverante en mi mejoría profesional, personal y que hasta ahora gracias a eso sigo cumpliendo mis metas y sueños.

Gissela Rojas Chumbe.

A mi Madre Adela

Por su profesionalismo limitado supo brindarme el mejor de los consejos y la ayuda necesaria para hacerme un hombre íntegro, gracias mama.

Luis Ugarte Guerra.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la bendición y cuidado diario y poder lograr una meta más.

En segundo lugar, a mi mamá, papá y familia que hicieron posible que cumpliera este objetivo de alguna manera.

En tercer lugar, a las diferentes instituciones educativas que ayudaron a mi progreso intelectual como: La universidad Peruana del Norte, a través de sus docentes.

Por último, lugar a las empresas donde laboramos como: Ferreycorp y Namru-6, por darme las facilidades en este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes:	18
1.1.1. <i>Automatización Industrial en el mundo.....</i>	20
1.1.2. <i>Estudios realizados.....</i>	21
1.1.2.1. <i>Antecedentes Nacionales</i>	21
1.1.2.2. <i>Antecedentes Internacionales:</i>	23
1.1.3. <i>Control automatizado en NAMRU 6</i>	26
1.2. Realidad Problemática	28
1.2.1. <i>Realidad Actual:</i>	28
1.2.1.1. <i>Indicadores de Mantenimiento</i>	29
1.3. Formulación del Problema	31
1.3.1. <i>Problema General</i>	33
1.3.2. <i>Problema Específico</i>	33
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i>	33
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i>	34
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i>	34
1.4. Justificación	34
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	35
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	35
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	35
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	35
1.5. Limitaciones.	35



1.6.	Objetivo	36
1.6.1.	<i>Objetivo General</i>	36
1.6.2.	<i>Objetivo específico</i>	36
1.6.2.1.	<i>Objetivo específico 01</i>	36
1.6.2.2.	<i>Objetivo específico 02</i>	36
1.6.2.3.	<i>Objetivo específico 03</i>	36
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO		37
2.1.	Definición de la Automatización	37
2.2.	Los Sensores	38
2.3.	Los sistemas de comunicación.	39
2.4.	Los Controladores Lógicos Programables o por sus siglas PLC.	39
2.5.	Definición del sistema BAS	40
2.5.1.	<i>Objetivos del sistema BAS.</i>	41
2.6.	Mantenimiento Preventivo	42
2.6.1.	<i>Principales ventajas del mantenimiento preventivo</i>	43
2.6.2.	<i>Las técnicas utilizadas para la detección de anomalías del mantenimiento preventivas</i>	43
2.6.2.1.	<i>Inspecciones Visuales</i>	43
2.6.2.2.	<i>Medición de Temperatura</i>	43
2.6.2.3.	<i>Control de Lubricación</i>	44
2.6.2.4.	<i>Medición de Vibraciones</i>	44
2.6.2.5.	<i>Control de Fisuras</i>	44
2.6.2.6.	<i>Control de Corrosión</i>	44
2.7.	Concepto General de Costo	44
2.7.1.	<i>Objetivos de los Costos</i>	44
2.8.	Definición Costo beneficio	45
2.8.1.	<i>Análisis de Costo-Beneficio</i>	45
2.9.	Definición de términos teóricas.	45
2.9.1.	<i>Pareto</i>	45
2.9.2.	<i>Hoja de inspección</i>	46
2.9.3.	<i>Ishikawa</i>	46

CAPÍTULO 3.	DESARROLLO	47
3.1.	Métodos	47
3.2.	Análisis del Sistema BAS	47
3.3.	Recopilación de datos	47
3.4.	Documento maestro de secuencias de acción.	48
3.5.	Desarrollo del Objetivo 01	49
3.5.1.	<i>Procedimientos para hacer real el proyecto.</i>	52
3.5.1.1.	<i>Económico:</i>	52
	<i>Costo del nuevo software e</i>	52
3.5.1.2.	<i>Físico:</i>	59
3.5.1.3.	<i>Tecnológico:</i>	60
3.5.1.4.	<i>Organizativo</i>	60
3.6.	Desarrollo del Objetivo 2	61
3.6.1.	<i>Diagnóstico de fallas de los equipos.</i>	61
3.6.2.	<i>Lista de dispositivos eléctricos para mantenimientos.</i>	62
3.6.3.	<i>Plan de mantenimiento interno</i>	63
3.6.3.1.	<i>Planificación de gastos anuales</i>	63
3.6.3.2.	<i>Planificación de mantenimiento anual:</i>	64
3.6.4.	<i>Plan de mantenimiento externo</i>	67
3.6.4.1.	<i>Evaluación de los contratistas:</i>	67
3.6.4.2.	<i>Realización de la memoria descriptiva del trabajo, “scope of work”</i> <i>(SOW, por sus siglas en inglés):</i>	68
3.6.4.3.	<i>Plan de supervisión anual</i>	70
3.6.4.4.	<i>Tiempo de realización en los trabajos encomendados:</i>	71
3.7.	Desarrollo del Objetivo 3	73
3.7.1.	<i>Lista de dispositivos a comprar:</i>	73
3.7.2.	<i>Lista de stock, para futuros cambios realizados por nosotros mismos.</i>	74
3.7.3.	<i>Capacitación de las instalaciones de los dispositivos:</i>	75
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	76
4.1.	RESULTADOS	76
4.1.1.	<i>Diagnóstico de la situación Actual de las fallas en la empresa.</i>	76

4.1.1.1.	<i>Problemas específicos y objetivos a solucionar</i>	78
4.1.1.2.	<i>Desarrollo y solución, plan maestro a seguir.</i>	80
4.1.2.	<i>Resultados del primer objetivo.</i>	81
4.1.2.1.	<i>Costo beneficio.</i>	82
4.1.3.	<i>Resultados del segundo objetivo.</i>	84
4.1.3.1.	<i>Planificación de gastos anuales.</i>	84
4.1.3.2.	<i>Planificación de mantenimiento anual:</i>	86
4.1.3.3.	<i>Plan de supervisión Anual.....</i>	87
4.1.3.4.	<i>Tiempo de realización en los trabajos encomendados</i>	89
4.1.3.5.	<i>Días de demora de trabajo.....</i>	90
4.1.4.	<i>Resultados del tercer Objetivo.</i>	91
4.1.4.1.	<i>Lista de Repuestos</i>	91
4.1.4.2.	<i>Lista de Cotizaciones de Repuestos</i>	92
4.1.4.3.	<i>Capacitación del funcionamiento del sistema en general.</i>	93
4.1.5.	<i>Análisis FODA</i>	94
4.2.	CONCLUSIONES	95
4.3.	RECOMENDACIONES	96
	REFERENCIAS	97
	ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1 Elaboración del diagrama de Pareto, problema principal, Fallas en el sistema sistema BAS.....	30
Tabla n° 2 Realización de Hoja de Inspección para nuestros problemas específicos y objetivos a solucionar.....	32
Tabla n° 3 Diagrama de Pareto, demostrar nuestros problemas específicos y objetivos a solucionar.....	32
Tabla n° 4 Excel para generar nuestro diagrama de Pareto.....	51
Tabla n° 5 Cotización de migración del software Insight a Desigo.....	53
Tabla n° 6 Plan anual de distribución de dinero para proyectos varios.....	54
Tabla n° 7 Inversión económica para hacer posible las modificaciones del HVAC, de desde el año 2006 hasta el 2011.....	56
Tabla n° 8 Ingresos y egresos, para el cálculo del costo beneficio (flujo de caja).....	57
Tabla n° 9 Lista de repuestos a cotizar.....	62
Tabla n° 10 Planificación de gastos de mantenimiento anual.....	63
Tabla n° 11 Calificación de contratistas.....	67
Tabla n° 12 Cotización de mantenimiento del sistema BAS.....	69
Tabla n° 13 Plan de supervisión anual.....	70
Tabla n° 14 Historial de días de fallas anual.....	76
Tabla n° 15 Problemas específicos y objetivos a solucionar.....	78
Tabla n° 16 Beneficio Costo.....	83
Tabla n° 17 Planificación de gastos anuales de mantenimiento.....	84
Tabla n° 18 Días de demora de trabajo.....	90
Tabla n° 19 Análisis FODA.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1 Escudo de Namru-6.....	15
Figura n° 2 Mapa de distribución de Sedes en el mundo	17
Figura n° 3 Maquinaria de la empresa	19
Figura n° 4 Maquinaria de la empresa Faber Castell	19
Figura n° 5 Indicadores de mantenimiento del Sistema BAS	29
Figura n° 6 Diagrama Ishikawa	30
Figura n° 7 Diagrama de Pareto del problema del sistema HVAC	31
Figura n° 8 Diagrama de Pareto analizando nuestros problemas	33
Figura n° 9 Analizadores de gases, válvulas, instrumentación y recubrimientos.	37
Figura n° 10 Válvulas direccionales, Servo válvulas, Válvulas de control de flujo	38
Figura n° 11 Sensores industriales	38
Figura n° 12 Sistema de comunicación.....	39
Figura n° 13 Siemens S7-200	39
Figura n° 14 Sistema grafico del Building Intelligent Management.....	40
Figura n° 15 Gráfica del sistema BAS.....	41
Figura n° 16 Documento Maestro de secuencias, elaboración propia.	48
Figura n° 17 Análisis de Ishikawa.	50
Figura n° 18 Diagrama de Pareto, para solucionar el cambio del software.....	51
Figura n° 19 Para calcular el costo beneficio (B/C).	58
Figura n° 20 Cadena de mando, área de ingeniería de mantenimiento	59
Figura n° 21 Esquema organizacional reducido.	60
Figura n° 22 . Equipos EAV. y diferencial de presión con fallas de operación.	61
Figura n° 23 Planificación de trabajos anuales	64
Figura n° 24 Mantenimiento semanal/mensual de los técnicos.....	65
Figura n° 25 Leyenda de Planificación de Trabajo	65
Figura n° 26 Mantenimiento semanal/mensual de los técnicos.....	66
Figura n° 27 Mantenimiento semanal y mensual resultado de la planificación de Gantt. ..	66
Figura n° 28 Memoria descriptiva del trabajo, SOW.....	68
Figura n° 29 Plan de seguimiento de trabajos.	72
Figura n° 30 Lista de dispositivos a comprar	73
Figura n° 31 Repuestos cotizados para stock.....	74
Figura n° 32 Días de Falla Durante el Año	77
Figura n° 33 Tres problemas y objetivos principales encontrados a resolver.	78

Figura n° 34 Plan maestro a seguir	80
Figura n° 35 Análisis de Ishikawa del problema	81
Figura n° 36 Primer Objetivo a Resolver, Software.	82
Figura n° 37 Inversión económica.....	83
Figura n° 38 Planificación de gastos anuales de mantenimiento	85
Figura n° 39 Programación de mantenimiento anual.....	86
Figura n° 40 Programación de mantenimiento semanal.....	86
Figura n° 41 Plan de supervisión anual	87
Figura n° 42 Supervisión Anual.....	88
Figura n° 43 Mejora en la rapidez del Trabajo	89
Figura n° 44 Días de demora de trabajo	90
Figura n° 45 Repuestos cotizados para comprar y de stock	91
Figura n° 46 Repuestos cotizados para comprar y de stock	92
Figura n° 47 Precios de Repuestos	93

RESUMEN

La tesis realizada consiste en la elaboración de un plan de mejora del sistema de control de calefacción y aire acondicionado, llamado HVAC, por sus iniciales en inglés a través de la modernización del sistema building automation system (B.A.S), en el centro de investigaciones de enfermedades tropicales de la Marina de los Estados Unidos de América, en Perú. Este es un sistema para el control y monitoreo de edificios (Inmotica) esto involucra soluciones tanto software y hardware. Para estos dos casos de está proponiendo la migración del software insight 3.9 a Desigo CC 2.1 y el cambio de algunos controladores y dispositivos electrónicos. También se muestra la etapa del proceso del proyecto, con la finalidad de proporcionar los pasos para que la institución pueda implementar el plan estratégico y así se pueda alcanzar los objetivos a corto plazo. Esto consiste en describir las ventajas de la modernización de este sistema, a través de un seguimiento continuo de fallas producidas durante su funcionamiento, analizamos y planificamos el cambio utilizando herramientas de ingeniería, tales como: Ishikawa, Pareto, Gantt, entre otros, para poder sustentar esta migración que implica una inversión económica y de compromiso en todas las áreas para hacerla posible. Esta mejora posteriormente traería beneficios en cuanto a la operación de los equipos las 24 horas sin interrupciones. Además, el sistema trabajaría al 100% todos los días en efectividad y tiempo de trabajo en todo el año. En la actualidad solo trabaja efectivamente el 66% y un 44.7% de trabajo todo el año. También, por cada 47 horas se presenta una falla consecutivamente y demora 24 horas la reparación del sistema en su totalidad después de un fallo (figura N° 5- indicadores de mantenimiento). Además, el resultado del costo beneficio es favorable, \$2.08. Tenemos una ganancia de \$1.08, por cada dólar invertido, esto significa que proyecto es rentable.

Finalmente esta mejora beneficia a la institución, porque reduce grandemente paradas de los aires acondicionados y esto es porque es de fácil detección en las fallas, mediante un entorno gráfico que avisa al operador del estado del sistema. Esto involucra un conjunto de acciones tales como: control de procesos de las máquinas, planificación y control de mantenimientos, reparaciones, mejora en los tiempos de acción de los operarios y lo más importante es asegurar un proceso de investigación sin interrupciones y un ahorro económico, muy necesarios para mantener los fondos de investigación.

ABSTRACT

The thesis consist of an explanation of a strategic plan, and the improvement of the heating and air conditioning control system, through the updating of the system Building Automation System (B.A.S/BMS), at the tropical diseases research center of America in Peru whit Insight on Siemens this system is an application of specialized software to operate on computers and other field devices for the monitoring and control of any system or installation at a distance.

The project development stage is also shown with an objective that provides the steps for the institution to implement and achieve the strategic plan. the short term objective consist of describing the advantages of modernizing this system; through the continuous monitoring of faults produced during this operation, we analyze an plan the change using engineering tools, such as Ishikawa, Pareto, Gantt, among others to be able to support this migration. This implies an economic commitment investment in all areas to make it possible; this improvement would later bring benefits in terms of operation of equipment 24 hours without interruptions, maintenance planning, and would lead to economic savings, which are much needed to maintain research funds.

Finally, this improvement will benefits the company because is considerably reduces breakdowns of the air conditioners due to easy detection of faults by means of a graphic environment that communicates to the operator of the current state of the system. This involves a set of actions such as control of machine maintenance and planning and control. Improving repair of operator action ensure a research process without interruptions.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla teniendo como objetivo la elaboración de un plan estratégico para el logro de la mejora del sistema de control del heat ventilation air conditioning, en adelante por sus siglas en inglés HVAC (calefacción y aire acondicionado), a través de la migración del software Insight de Siemens en el sistema building automation system, en adelante, por sus siglas en inglés B.A.S, en el centro de investigaciones tropicales de la marina de los Estados Unidos de América, en Perú, Naval Medical Research Unit Six, en adelante, por sus siglas en inglés NAMRU-6, que se dedica a la investigación medicinal, buscando el bien de la salud social y sin fines de lucro. En un entorno altamente competitivo la empresa necesita actualizar sus sistemas de control automáticos. Esta investigación consiste en describir las ventajas de ello. Actualmente en Perú muchas empresas no cuentan con este sistema de control automático. Namru – 6, por ser la sede principal en Sudamérica y el Caribe que pertenece al gobierno americano, está a nivel con sus similares unidades de investigación en todo el mundo. El sistema BAS, puede controlar a distancia y en forma presencial, a través de un computador temperatura, flujo, presión de aire, presión de agua, posicionamiento gráfico, prendido y apagado y diferentes parámetros, para controlar los dispositivos eléctricos del HVAC, para lo cual se propone una migración del software y hardware existente. Con lo que se pretende lograr la exactitud de las medidas antes mencionadas. El Insight actual 3.9 tiene defectos en su operación. Bajo estos lineamientos analizamos y planificamos el cambio, utilizando herramientas de ingeniería como: diagrama de Pareto, Ishikawa, Flujograma, hoja de inspección, Gantt, tablas de Excel, informes de mantenimiento, bitácoras de funcionamiento, entre otras, para poder sustentar esta migración a un software moderno, que implica una inversión económica y de compromiso en todas las áreas, para hacerla posible. Esta mejora posteriormente traería beneficios en primera línea, en cuanto a la operación de los equipos las 24 horas sin interrupciones, planificación del mantenimiento y con llevaría al ahorro económico muy necesarios para mantener los fondos de investigación. Finalmente, esta propuesta está dirigida al área de Mantenimiento, ya que este proyecto de mejora involucra un conjunto de acciones tales como: control de procesos de las máquinas, planificación y control de mantenimientos, reparaciones, mejora en los tiempos de acción de los operarios y lo más importante es asegurar un proceso de investigación sin interrupciones.



Figura n° 1 Escudo de Namru-6.

Laboratorios Namru 6, Lima – Perú

Es un factor denominador común de los laboratorios, es que realicen actividades de investigación y desarrollo con la finalidad principal de lograr confeccionar o crear nuevos medicamentos u optimizar los ya existentes. Lo cual ha permitido lograr avances en la farmacología que permiten el mejor alivio de dolencias, síntomas y curación de enfermedades y consecuentemente permitiendo la erradicación de las mismas. Permitiendo adicionalmente contribuir con el progreso social, mejorar la calidad de vida de la población, desarrollo de la tecnología y de la economía del país. (Benito-Hernández, 2009).

Así también, de acuerdo a Benito-Hernández (2009) es por esa razón, que las actividades de fabricación de productos en laboratorios es objeto de significativos estudios desde el punto de vista empresarial, con la finalidad de analizar la importancia de la empresa en este sector económico.

Una organización de primera categoría mundial es el denominado Centro de Investigación Médica Naval, la cual tiene como visión la investigación de la salud “operacionalmente pertinente” y la investigación en el ámbito médico, en todo momento y en todo lugar.

El presente trabajo tiene como fin brindar la información correspondiente, teniendo en cuenta el rubro de la empresa en mención, proceso o tarea de cada área en la empresa

LABORATORIOS NAMRU-6. En estas líneas vamos a demostrar los análisis del sector económico de la empresa, su participación internacional, agentes económicos, tipo de empresa, análisis costo beneficio – costo oportunidad.

Organizado por la Armada peruana y un emplazamiento común en su hospital insignia en Lima, Naval Medical Research Unit No. 6 (NAMRU-6) lleva a cabo la investigación y la vigilancia de una amplia gama de enfermedades infecciosas que amenazan las operaciones militares en la región. Tenemos a la malaria, el dengue, la fiebre amarilla, encefalitis víricas, la leishmaniasis, la enfermedad de Chagas y enfermedades entéricas como la shigelosis y la fiebre tifoidea.

El Centro de Investigación Médica Naval es una organización de investigación de primera con una visión: soluciones de clase mundial ¡la salud operacionalmente pertinente y de investigación médica - en cualquier momento y en cualquier lugar!

En el mundo de hoy nos enfrentamos no sólo las amenazas médicas asociadas con la guerra convencional, sino también el posible uso de armas de destrucción masiva y el terrorismo contra nuestras fuerzas militares y nuestros ciudadanos. Por lo tanto, la investigación en NMRC se centra en la búsqueda de soluciones al campo de batalla, tanto tradicionales, problemas médicos, tales como sangrado, lesión cerebral traumática, combate el estrés y que se producen de forma natural las enfermedades infecciosas, así como a los problemas de salud asociados con armas no convencionales, incluyendo la explosión termobárico, agentes biológicos y la radiación. Con más de 1.600 empleados dedicados aquí en Silver Spring, Maryland, y en nuestra red de laboratorios en todo Estados Unidos y alrededor del mundo. Nuestros laboratorios desempeñan un papel muy crítico en la vigilancia mundial de las enfermedades infecciosas emergentes, como la gripe aviar y otras del futuro que amenazan tanto a las fuerzas desplegadas y civilizaciones del mundo. También apoyan la cooperación de teatros de seguridad a través de colaboraciones de militares a militares internacionales y los esfuerzos de creación de capacidad de la salud pública y por la respuesta a desastres como el tsunami de 2004 en Banda Aceh, Indonesia y los terremotos más recientes en Java central y en Perú.

INVESTIGACIONES EN DIFERENTES AREAS.

- Defensa Biológica
- Enfermedades Infecciosas
- Asistencia a los heridos en combate
- Odontología y de Investigación Biomédica
- Salud Ambiental

MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO (HVAC), A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA BUILDING AUTOMATION SYSTEM (B.A.S). EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES DE LA MARINA DE LOS EEUU, NAMRU-6.”

- Medicina Aeroespacial
- Medicina Tropical
- Donación de médula ósea
- Medical Modeling, Simulación y Misión de Apoyo
- Rendimiento Warfighter
- Epidemiología y Ciencias de la Conducta

Definición del sector:

El sector Laboratorios medicinales (Salud) terciarios o de servicios, es el conjunto de actividades y procesos que comprenden la elaboración de productos medicinales y farmacéuticos, productos biológicos y medicamentos veterinarios, entre otros, que se desarrollan con el propósito de minimizar los riesgos de enfermedades y afecciones a las que están expuestos tanto las personas como los animales.

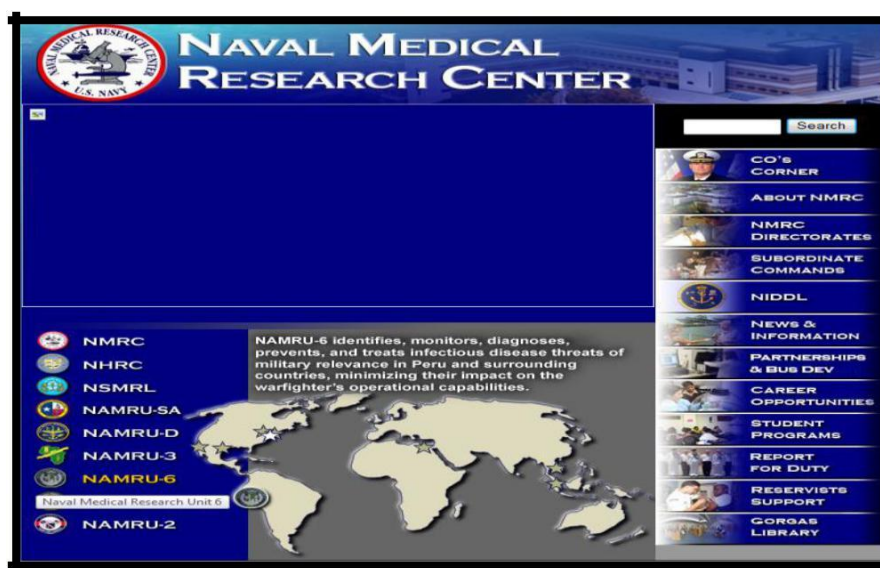


Figura n° 2 Mapa de distribución de Sedes en el mundo

El Gobierno Americano: Apoya económicamente a todas estas investigaciones con su política de trabajo en este tema, de enfrentar el problema de salud y solucionarlo, ayuda bastante al tema de investigación.

Los problemas que enfrentarían esta institución, sería la falta de compromiso de los colaboradores para realizar los estudios en cada país y las leyes que no dejarían investigar a los pobladores de un área infectada por algún virus o bacteria.

La disyuntiva que enfrentarían sería, si seguir invirtiendo económicamente en estos países o solo comprar información o investigaciones para desarrollar sus proyectos.

Los costos de oportunidad que tendrían que asumir serían seguir invirtiendo en tecnología para poder ayudar a los países de recursos bajos que tienen enfermedades que son muy peligrosas y contagiosas.

1.1 Antecedentes:

Precedentes de la Automatización Industrial en el Perú.

En el Perú tenemos poca información sobre este tema, sin embargo, el tema de la automatización de controles de máquinas en Perú, no es de ahora, vamos hacer mención de algunas empresas símbolos que tienen en sus procesos automatización o que trabajan con esa ingeniería.

1942: Ferreyros CAT, asumió la representación de Caterpillar Tractor Co. en el Perú. A partir de entonces, la compañía incursionó en nuevos negocios y comenzó a redefinir su cartera de clientes, marcando así el futuro desarrollo de toda la organización al trabajar con la mecatronica, que es una parte de la automatización industrial, pero dirigido a controlar máquinas pesadas de construcción, además de grupos electrógenos y toda lo que tenga que ver con controles de fuerza. Dos décadas después, en la década de los 60, otras líneas de máquinas y equipos como Massey Ferguson le encomendaron su representación.

(Ferreyros CAT), 2014, Lima Perú, recuperado de: <https://www.ferreyros.com.pe/nosotros/acerca-de-ferreyros/historia>.

1965: Faber- Castell Perú, Surquillo fue el distrito que vio nacer a Faber- Castell Perú. En esta pequeña planta, cinco trabajadores fabricaron el primer bolígrafo de la marca, el 031, que hasta ahora forma parte de su surtido portafolio. 10 años después fueron adquiriendo las máquinas automatizadas que dieron surgimiento a su progreso comercial, a través de la automatización industrial se logró la masificación de sus productos, con un control automatizado adecuado. (Romainville Izaguirre, 2016)



Figura n° 3 Maquinaria de la empresa

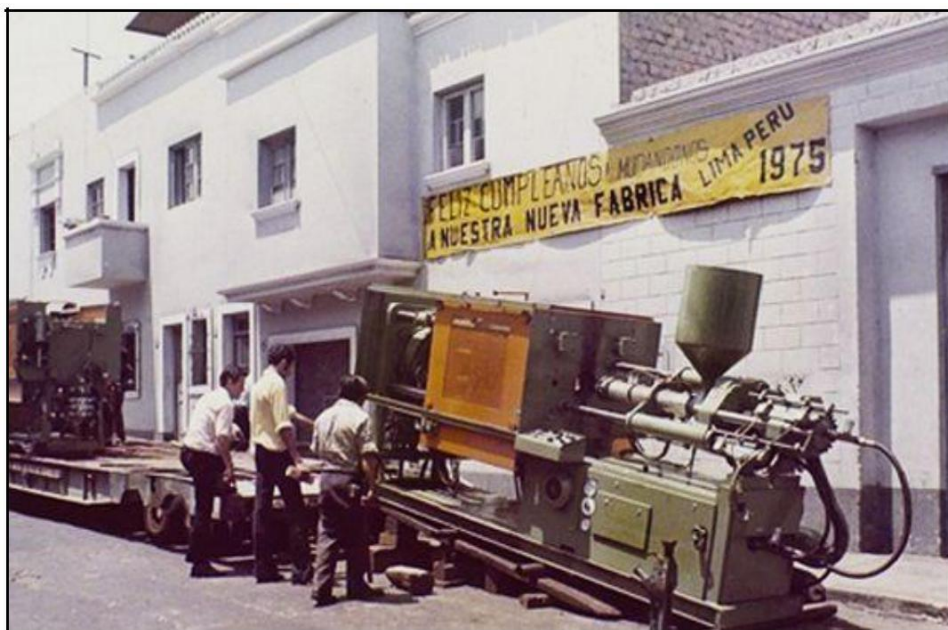


Figura n° 4 Maquinaria de la empresa Faber Castell

1.1.1. Automatización Industrial en el mundo

A lo largo de la historia, las organizaciones empresariales y compañías han podido lograr optimizar los procesos de producción, obteniendo procesos cada día más competitivos y seguros, a través del uso de innovadoras tecnologías desarrolladas en el ámbito de la automatización de procesos industriales.

Así podemos observar, por ejemplo, como la fabricación de las máquinas simples permite sustituir el esfuerzo físico de los seres humanos, por el uso de elementos tales como poleas y palancas.

Después de esto, las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento o un flujo de agua por energía humana. Los estudios y las invenciones de muchos científicos, e ingenieros ayudaron al camino para el desarrollo de la computadora.

De acuerdo a Camayo (2011), en el año 500 a.C., se crea la primera calculadora mecánica, denominada Abaco, el cual consistió en un sistema de barras y bolas móviles, originaria de Babilonia.

El matemático británico Charles Babbage ideó el concepto de la computadora moderna. Diseñó un "motor analítico" que presentó los elementos que requiere una computadora moderna, tales como: dispositivos que permiten la entrada o llegada de la información, una memoria o almacén, un molino (unidad de cómputo), la unidad de control, y dispositivos por donde la información tendría la salida. Babbage, ideó una máquina de vapor con más de 50 mil partes móviles, y tenía un tamaño inmenso, semejante al de una locomotora. El principio de funcionamiento de este motor analítico era a través del uso de tarjetas perforadas. Sin embargo, Babbage, nunca llegó a construir una máquina de trabajo, a pesar de haber trabajado 40 años en el diseño del mencionado motor analítico (Camayo, 2011).

En el año de 1939, John V. Atanasoff y Clifford Berry, físicos americanos, idearon el prototipo de una computadora con sistema numérico binario. Atanasoff, pensó en el uso de este sistema debido, que a través del uso de dos dígitos sería más fácil representar el funcionamiento de los circuitos eléctricos. El "1" (uno) representaría el circuito encendido, y el "0" (cero) el circuito apagado. Adicionalmente, ya existía un subconjunto matemático denominado álgebra binaria, creado por el matemático británico, George Boole, matemático británico, que se podría aplicar para modelar los circuitos de la computadora (Camayo, 2011).

Posteriormente, en el año de 1947, se creó el primer transistor en los laboratorios de Bell, por inventiva de los físicos John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley. Aparte,

Heinrich Grünebaum confeccionó el motor Alquist, antecesor de los motores controlados. También innovo en el proceso de rebobinado en muchos años de tecnología de automatización (Camayo, 2011).

Luego en 1959, se desarrolla la primera herramienta de maquinado controlada por computador. En la Sexta versión de la Feria EMO de Paris, se presenta por primera vez un controlador Simatic en un torno, más, sin embargo, la lógica todavía era por cableado. (García, 2001, “Automatización de Procesos Industriales”)

En 1977, la empresa Tandy Corporation, surge como primera firma productora de computadoras personales. La misma adición un teclado junto a un CRT a la computadora ofertada. Adicional ofrecían un dispositivo para guardar o almacenar información en una grabadora. Luego, casi inmediatamente, emerge la compañía Apple Computer, en ese momento como una pequeña corporación, fundado por Stephen Wozniak y los trabajos de Steven Jobs, quienes empezaron a fabricar computadoras de mayor nivel (Camayo, 2011).

Un año después en 1978 los dispositivos de programación, para esa época eran de dimensiones muy grandes, en comparación a los tamaños de las PC actuales. LA programación CNC a nivel de máquinas representó un proceso importante (Camayo, 2011).

En 1987, por primera vez, un cliente solicitó que un sistema de control Beckhoff fuera equipado con un disco duro. Sin embargo, se llegó a la conclusión que integrar un PC era la mejor solución (Camayo, 2011). Finalmente, en el 2004, se integró la funcionalidad de un Controlador Lógico Programable (PLC) en un chip, o pequeño dispositivo (Camayo, 2011).

1.1.2. Estudios realizados

A continuación, se nombran algunos trabajos e investigaciones sobre diferentes software o automatismos que sirven de control en las industrias a nivel general.

1.1.2.1. Antecedentes Nacionales

Rengifo Peche, J. (2016) “Migración de plataforma scada, para la planta de refinación de aceite de pescado” Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de ingeniero electrónico, UTP, Sr. Rengifo Peche, José Miguel, Perú 2016.

Según Rengifo Peche comenta que, el sistema SCADA es “una aplicación de software especializada para funcionar sobre computadoras y dispositivos de campo, para el monitoreo y control de cualquier sistema o instalación a distancia”.

Los sistemas SCADA son de suma importancia en las empresas con un sistema de producción con procesos continuos, debido a que requieren un monitoreo y constante control en las operaciones más importantes o en la mayoría de ellas la presencia, aplicación y uso de los sistemas SCADA beneficia a la empresa, debido a que permite disminuir significativamente las paradas en líneas de producción, debido a la accesibilidad de datos que permiten detectar fallas mediante los medios de interacción hombre máquina, o entornos gráficos, que transmiten la información en tiempo real al operador. El sistema es necesario para emitir ordenes automatizadas al sistema de producción que permite el menor contacto humano con procesos peligrosos y así disminuir de forma significativa la ocurrencia de incidentes y/o accidentes, evitando pérdidas humanas y materiales.”

Chuquirimay Ballesteros, Bryant Harold (2015), “Diseño, automatización e implementación de un edificio a través de una sistema centralizado-BMS”, realizado en la Universidad Tecnológica del Perú, (UTP), Lima, Perú.

Comenta el control de edificios inteligentes de la siguiente manera

La automatización de edificios abarca el control y supervisión de los equipos electromecánicos a través de un sistema centralizado, el cual tiene integrado los sistemas de CCTV, control de accesos y detección y alarma; esto con el fin de reducir costos de mantenimiento y reducir los gastos energéticos ocasionados por el uso continuo y desmedido de los equipos. Estos sistemas son integrados a través de diferentes protocolos tales como el Modbus RS-485, BACnet MSTP y BACnet IP. El proyecto utiliza tecnología de la empresa Schneider Electric, a través de su controlador de red BCX-1 y la línea de controlador de campo b3 Series. Estos equipos son utilizados para el control y supervisión de los equipos electromecánicos y se integra a través del sistema SCADA mediante el software Andover Continuum by Schneider Electric. Como resultado del proyecto se puede afirmar que, bajo un proceso de instalación adecuado, se puede tener un sistema óptimo y eficiente satisfaciendo las exigencias de edificaciones de control y supervisión BMS, manejo de eficiencia energética y arquitectura abierta para futuras ampliaciones.

El autor en esta obra trabaja con otras marcas diferentes a la nuestra, pero el sistema de control es el mismo, con esto consigue la eficiencia energética a diferencia de nosotros que buscamos otros objetivos.

Rivas Quispe, R. (2013) Monitoreo del sistema HVAC en una sala de control a través del Software Metasys, UNI, Perú.

El presente informe describe la recopilación de datos y parámetros ambientales, así como el comportamiento de los equipos de control a fin de establecer estándares óptimos para la implementación de un sistema HVAC en una sala de control. Los estándares están orientados a: temperatura mínima, óptima y máxima, humedad relativa, pureza del aire (% de concentración de CO₂) y circulación del aire dentro de la sala. Se ha realizado la selección de equipos que permitan un adecuado control ambiental y por consiguiente un funcionamiento eficiente del sistema HVAC considerando las normas adecuadas para la instalación, operación, control y monitoreo de los equipos dentro de la sala de control. Se realizó un monitoreo a través del software METASYS que permite controlar los equipos seleccionados y provee funcionalidades para mantener un control adecuado de las condiciones climáticas de la sala. Conocer si existen alarmas activas, alertar al personal de mantenimiento, llevar un archivo de cada una de las variables que se encuentran en el sistema, manteniendo un criterio de acceso de usuario creando jerarquías de acceso a las diferentes funcionalidades del sistema desarrollado.

1.1.2.2. Antecedentes Internacionales:

Crespo Fernández y Hijicos, S. (2017) Libro Diseño e implementación de un BMS de baterías Li-ion modular. Universidad de Alcalá. Escuela politécnica superior. Madrid, España.

De acuerdo a Crespo e Hijicos, explica el diseño de un circuito de protección de la siguiente manera:

El presente proyecto, “Diseño e implementación de un BMS de baterías Li-ion modular”, consiste en diseñar un circuito de protección y ecualización de carga para baterías de litio, a esto llamamos BMS, pero el trabajo va más allá, puesto que en la PCB que se diseña, hay un componente que se encarga de hacer las medidas necesarias que posteriormente se enviarán por

SPI a un micro controlador, además de enviar y recibir comandos, se podrán visualizar los datos adquiridos por un display RGB de 16 bits.

Este libro nos muestra la importancia de un sistema BMS o BAS, que es lo mismo, cumplen la misma función, con diferentes nombres. En este caso se puede visualizar en un display (computador) las señales de los dispositivos o sensores. Estos convierten estas medidas en datos legibles para el usuario.

Medina González, C (2017) Desarrollo del programa de brachiaria de forrajes tropicales en el software BMS (breedingmanagement system) para facilitar el mejoramiento agronómico y genético en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia.

Expone el tema de la siguiente manera:

El Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT) lleva a cabo procesos de mejoramiento de semillas como frijol, arroz, yuca y forrajes (equivalente a pastos y arbustos) con el propósito de cumplir su misión de “Reducir el hambre y la pobreza y mejorar la nutrición humana”. Para llevar a cabo los proyectos de investigación, en cada proceso de mejoramiento se evalúan diferentes características físicas y genéticas durante las evaluaciones realizadas y se realiza incontables tomas de datos. Los programas de mejoramiento de yuca, arroz y frijol hacen uso para la gestión de datos de ensayos y viveros de campo del software Breeding Management

System (BMS) que es un software creado por The Integrated Breeding Platform (IBP) la cual es una organización financiada por la organización CGIAR e importantes donantes como la Fundación Bill & Melinda Gates,. En cuanto al programa de Forrajes Tropicales, la información de sus estudios y viveros no se encontraba en el software utilizado por los otros programas de fito mejoramiento, entonces se originó la necesidad de implementar el Programa de mejoramiento de brachiaria, que es la semilla de mayor éxito en el mejoramiento de forrajes tropicales, en el software BMS para facilitar el mejoramiento agronómico y genético en el CIAT y conseguir centralizar los datos de todos los programas de mejoramiento del CIAT en el software BMS. Para lograr objetivo, era necesario conocer el proceso de evaluación utilizado en brachiaria para la construcción de la

ontología, dado que es el pilar para poder estandarizar los procesos de evaluación y permitir ser comparados con otros estudios desarrollados bajo los mismos principios de evaluación en cualquier lugar del mundo.

Este libro comenta la utilización de un software parecido al nuestro, Breeding Management System (BMS) que toma medidas de parámetros tales como temperatura, humedad, crecimiento, etc., de los productos investigados, para poder controlar su crecimiento en atmosferas adecuadas y no adecuadas, para su fortalecimiento y crecimiento en futuros ambientes diferentes en todo el mundo. Pero, no explica nuestro tema que es la actualización del sistema MBS, el mantenimiento.

Dr. José Morales Barroso y el Dr. Ángel Gómez Moreno (2006), en el libro “La Red Inteligente” Ahorro energético y Telecomunicaciones, en la convergencia de las redes Telemáticas con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible Jornada celebrada en el Ministerio de Medio Ambiente el 17 de octubre de 2006, Madrid, España.

“Tuvo como objetivo demostrar la importancia del control de energía mediante dispositivos electrónicos a distancia, controladores automáticos como PLC’s. Esta forma de control es muy importante, ya que se puede controlar temperatura, flujo, etc., según se requiera mediante sensores, que luego los lee la computadora mediante un área de comunicación y finalmente controla los equipos comprometidos. Esto es una gran ayuda para la elaboración de un plan de control de energía eléctrica. Este punto requiere un apartado específico dada su importancia. Existen tres aspectos a reseñar en relación con el ahorro de energía y la protección del medio ambiente relacionados con el UETS. En primer lugar, las enormes posibilidades de ahorro del sistema de control de potencia para todos los equipos de Red. En segundo lugar, el ahorro de energía gracias al control de los dispositivos eléctricos a través de la Red. En este punto la principal ventaja no es sólo el ahorro de energía sino también la adaptación del consumo a la producción, lo que evitaría grandes inversiones en nuevas centrales y el riesgo de “apagones.” En tercer lugar, (“last, but not least”) me gustaría destacar una idea fundamental: en nuestra sociedad actual, la única posibilidad real para el ahorro de energía y la protección del medio ambiente reside en sustituir, literalmente, las “Autopistas de Asfalto” por las “Autopistas de Información”. El sistema UETS es la única solución

que se puede implantar inmediatamente para ofrecer la capacidad de Red que requieren las aplicaciones avanzadas que harían posible pasar de la actual “**Sociedad de la Automoción**” a la “Sociedad de la Información”.

Este libro nos muestra la importancia del ahorro energético, para nuestro caso el ahorro energético es una resultante importante, tal como el desgaste de las máquinas, pero no es nuestra principal preocupación, como lo es mantener en funcionamiento de los sistemas las 24 horas sin interrupciones.

En síntesis, las referencias de los estudios y libros mencionados hacen ver la importancia de la automatización y las mejoras que se obtienen al utilizarlo en: Control de productos, ahorro de energía y contaminación ambiental, visualización de datos en un computador o display como resultado de una lógica de los dispositivos electrónicos. Estos se pueden leer por el usuario y puede tomar decisiones para la reparación, mantenimiento, estado del producto, etc. Pero, ninguno explica el mantenimiento necesario que se le puede dar a este sistema. Este trabajo da la importancia a la renovación y actualización de los equipos, hardware y software para un óptimo trabajo las 24 horas del día. Además, este estudio explica después de la actualización que hay que hacer, el mantenimiento necesario que se le debe de suministrar a todo el sistema, como ingenieros industriales planeamos las mejoras viendo el beneficio económico de la institución, manteniendo un confort con las personas y el medio ambiente.

1.1.3. Control automatizado en NAMRU 6

En los laboratorios medicinales, hospitales, clínicas en Perú, hay un control de sus instalaciones mediante personal calificado a tiempo incompleto. Esto produce una acción tardía en la operación, ante algún inconveniente de funcionamiento del sistema HVAC, en las instalaciones las 24 horas del día.

En los laboratorios Namru- 6 tenemos la automatización y el control de los edificios mediante el monitoreo de los requerimientos de los laboratorios, tales como: temperatura, presiones, humedad, caudal de agua y de aire, entre otros que se necesita para controlar el HVAC. Este resultado se tradujo a unos parámetros digitales y se programó en el software insight de siemens 3.9.

Los estudios en enfermedades tropicales sobre parasitología, virología, entomología, bacteriología, etc., fueron tratados y controlados mediante un control automatizado del HVAC. Este programa se usa a nivel internacional con éxito en diferentes industrias: mineras, comerciales,

textiles, etc. La automatización es necesaria en las grandes industrias, para el buen funcionamiento de las máquinas de última generación.

En nuestra institución se generó un problema de importancia, cuando no teníamos control real del sistema, estos problemas teníamos que resolverlo, a pesar que en nuestro medio no hay muchas experiencias en laboratorios con este sistema BAS/BMS, o al menos no es conocido en el medio. Las informaciones que manejamos en nuestra investigación son limitadas a pesar de que las empresas medicinales y de todo ámbito, necesitan un mayor control: eléctrico electrónico y mecánico de sus sistemas, esto es con la finalidad de poder controlar las medidas con las que se trabajan en las investigaciones medicinales.

En nuestro caso necesitamos asegurar la calidad de nuestras investigaciones con el buen funcionamiento del HVAC, que es principal recurso, para los resultados adecuados de las investigaciones medicinales, mediante el sistema BAS / BMS, con el software insight de siemens. Este fue instalado el año 2009 aproximadamente. Funciono bien los primeros años, luego comenzó a fallar por falta de un mantenimiento adecuado, los proveedores que nos vendieron el producto, nos ofrecieron un mantenimiento que no podíamos costear en esos momentos. Luego se hizo un mantenimiento después de mucho tiempo, esto perjudico el funcionamiento del sistema. En nuestra institución se generó un problema con las fallas continuas del sistema BAS/BMS, con esta investigación se demuestra las pautas a seguir para encontrar la solución, ya que en nuestro medio no hay muchas experiencias en laboratorios con este sistema BAS/BMS. Las informaciones que manejamos en nuestra investigación a nivel del medio donde nos encontramos son limitadas. Las empresas medicinales y de todo ámbito, necesitan un mayor control: eléctrico electrónico y mecánico de sus sistemas, esto es con la finalidad de poder controlar las medidas con las que se trabajan en las Investigaciones medicinales, sin embargo, es un mercado que se puede explotar a futuro. Este estudio pretende dar solución a mejorar la perspectiva de saber sobre este tema para su instalación y mantenimiento. Con este estudio se demuestra el principal problema, lo que debemos realizar para solucionarlo. Por ese motivo decidimos hacer un estudio de lo que falla consecutivamente en todo el sistema, para buscar una solución mediante análisis de Pareto e Ishikawa. Estos se explicarán más a detalle en los siguientes apartados.

1.2. Realidad Problemática

En este apartado vamos a describir la problemática, con el fin de determinar los problemas y las mejoras que se propondrían, mediante un análisis con herramientas de ingeniería como son los diagramas de Pareto e Ishikawa, entre otros, de una manera textual, para luego pasar a un análisis más profundo en los siguientes apartados.

Actualmente las empresas globalizadas se están actualizando con la tecnología computarizada de control de máquinas, esto para aumentar la eficiencia de los procesos realizados por el ser humano, para lo cual se busca mejorar la gestión del buen funcionamiento, así como mejorar el rendimiento de los equipos.

Los problemas en el sistema HVAC son frecuentes por lo que se propone la implementación de la actualización del sistema BAS, este se realizará en centro de investigaciones de enfermedades tropicales de la marina de los EE.UU, Namru- 6, ubicado en el hospital de la marina peruana, Bellavista-Callao. La principal preocupación en nuestro caso es mejorar el control de las máquinas de aire acondicionado y sus dispositivos eléctricos, ya que con esto se consigue un ahorro económico en las pérdidas de tiempo y estudios medicinales, entre otros. En los últimos años el funcionamiento del sistema BAS no ha controlado eficientemente el funcionamiento de las máquinas, debido a problemas en la programación del software insight (malas reparaciones) y por equipos de campo defectuosos como: sensor de temperatura, sensor de presión, pérdidas económicas en las investigaciones, horas extras en el personal, repuestos electrónicos, máquinas eléctricas, entre otros. Además, no se ha tomado énfasis en el mantenimiento periódico del sistema. Se han instalado máquinas nuevas que funcionan las 24 horas con diferente programación al inicial.

1.2.1. Realidad Actual:

Con el fin de dar solución a este problema, se realizará un planeamiento de trabajo, para la migración del software, un plan de mantenimiento integral de varios niveles y los cambios de los dispositivos electrónicos que están fallando y afectan al sistema BAS. Esto ayudará a los resultados de las investigaciones medicinales, mantener la infraestructura mecánica y electrónica y con esto tendremos que reducir los costos económicos, con relación a la investigación, en centro de investigaciones de enfermedades tropicales de la marina de los EE.UU, Namru- 6.

Con lo antes mencionado, se pondrá en ejecución un plan de mantenimiento actualizado, ahorro eficaz de energía eléctrica que compromete: horarios, dispositivos electrónicos, automatización. Además, tendremos operarios concientizados en el tema y

finalmente lo más importante las investigaciones no tendrán mayores inconvenientes, tales como: fallas en la temperatura, presiones de aire y agua, renovaciones de aire limpio, entre otras que son vitales para un trabajo de primer nivel en la medicina humana.

Por ese motivo decidimos hacer un estudio de lo que falla consecutivamente en todo el sistema, utilizando los reportes técnicos e informes de trabajo. Además, se creó una tabla excel de indicadores de mantenimiento, posteriormente se realizó una lluvia de ideas y con ello se hizo el diagrama de Ishikawa y finalmente con los resultados se elaboró el Diagrama de Pareto.

1.2.1.1. Indicadores de Mantenimiento

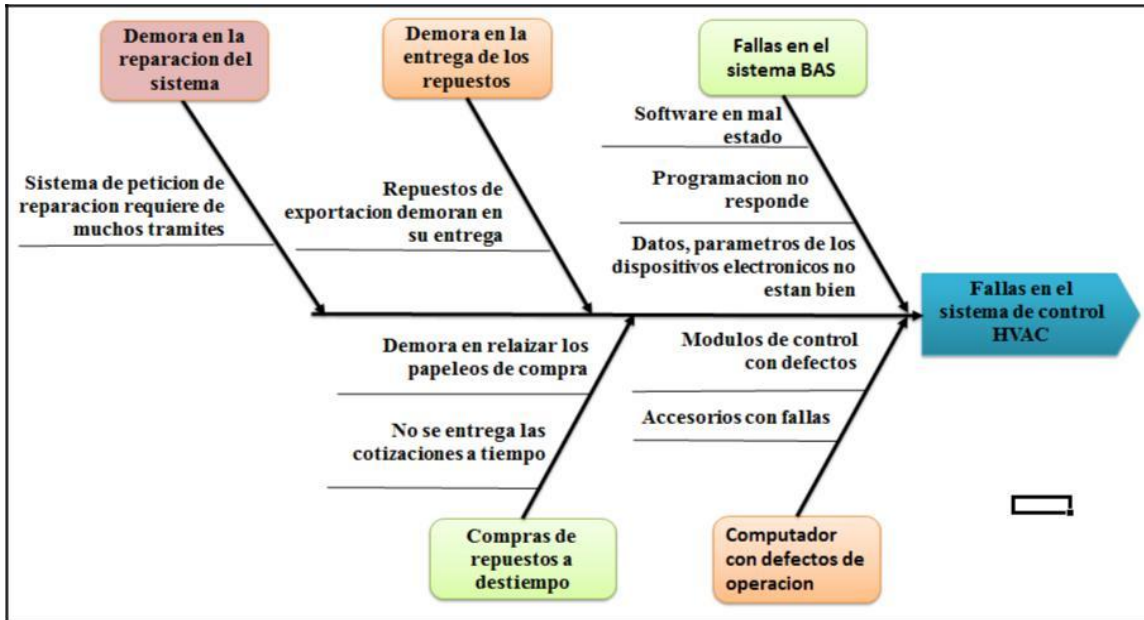
INDICADORES DE MANTENIMIENTO										
Maquina	Operación/ días	Stand By/días	Reparación/ días	Espera de repuestos/di as	MP/días	N° de Fallas	MTBF	MTTR	Ai %	Ao %
Sistema BAS/BMS	365	25	188	15	4	188	47	24.0	66.00%	47.4%
A _o = (HI-PP-PR/Hi)*100		Sist. BAS		Hi = 8760		PP = 96		PR = 4512		
Fallas	N # días/ Fallas	Semanas Diferente s	Meses Diferentes	Total N# días/fallas						
Fallas en la programación, no responde del sistema BAS/BMS.	5	3	10	150	150+30=188					
Computador con defectos de operación	3	2	6	36						
Compras de repuestos a destiempo	1	3	6	18						
Demora en las entregas de los repuestos	1	3	5	15	15+10=25					
Demora en las reparaciones del sistema	1	2	5	10						
Abreviatura	Significado		Formula							
MTBF	(Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos), por cada x de operación se presenta una falla		(B3/G3)*24							
MTTR	(Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación), es el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla.		D3*24/G3							
Ai %	Efectividad de horas de trabajo, en este equipo el 66 % trabaja correctamente, efectividad es intermedia		H3/(H3+I3)							
Ao %	Tiempo en el año que la maquina esta trabajando		((D6-D7-8)/D6)							
MP	Maquina parada o mantenimiento preventivo									
HI	Horas de operación en el año		B3*24							
PP	Tiempo en horas de maquina parada		F3*24							
PR	Tiempo en horas de reparación		D3*24							

Elaboración propia

Figura n° 5 Indicadores de mantenimiento del Sistema BAS

Análisis: Para la realización de nuestra tabla de indicadores de mantenimiento, se utilizó una tabla Excel con las formulas pre - establecidas. Con estos, se puede verificar que el sistema BAS, solo trabaja efectivamente un 66% en horas de trabajo y durante todo el año solo un 47.4%.

Diagrama de Ishikawa, analizando nuestro principal problema en laboratorios Namru 6.



Elaboración propia

Figura n° 6 Diagrama Ishikawa

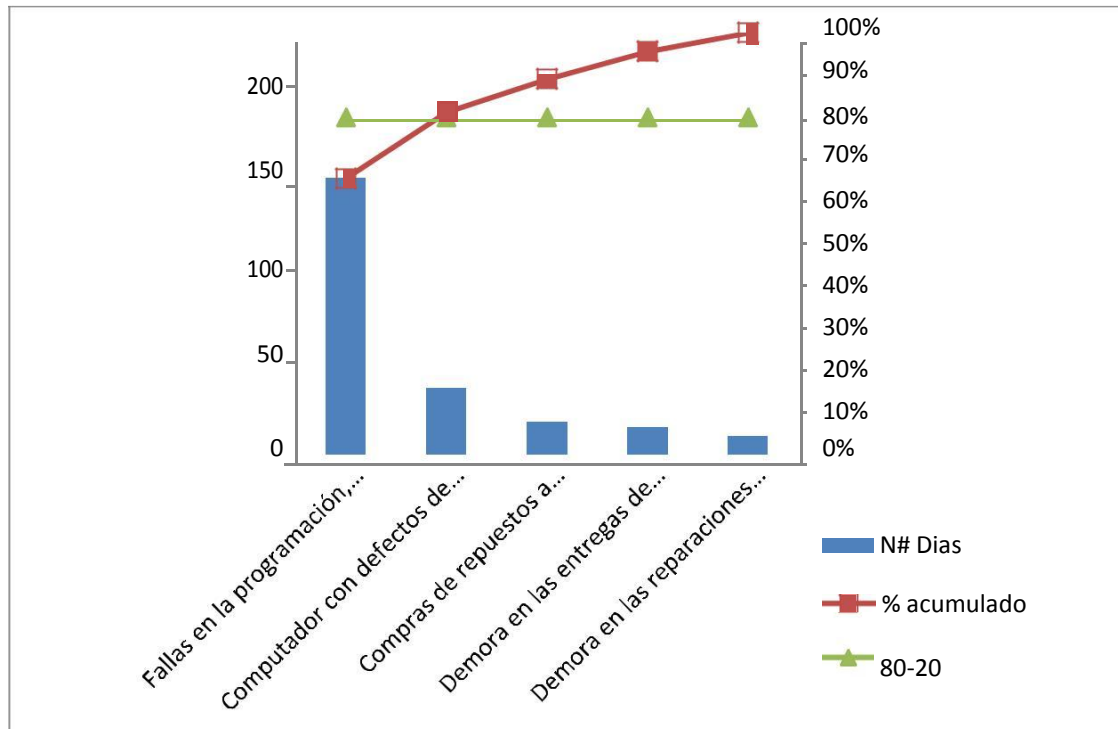
Análisis: Se elaboró un diagrama de Ishikawa con una lluvia de ideas de los principales problemas que teníamos en toda la empresa, que influían en el sistema HVAC. Con estos resultados pudimos encontrar los datos para realizar otro análisis mas afondo con otro diagrama.

Tabla n° 1 Elaboración del diagrama de Pareto, problema principal, Fallas en el sistema BAS

Ítem	Fallas	N# Días	%	% Acumulado	80-20
1	Fallas en la programación, no responde el sistema BAS.	150	66%	66%	80%
2	Computador con defectos de operación	36	16%	81%	80%
3	Compras de repuestos a destiempo	18	8%	89%	80%
4	Demora en las entregas de los repuestos	15	7%	96%	80%
5	Demora en las reparaciones del sistema	10	4%	100%	80%
	Total de días	229			

Elaboración propia

Diagrama de Pareto, demostrando cual es nuestro principal problema a resolver. Analizaremos el problema, con el historial de días de fallas anual, para darle una solución.



Elaboración propia

Figura n° 7 Diagrama de Pareto del problema del sistema HVAC

1.3. Formulación del Problema

En la empresa laboratorio Namru-6 el control del sistema de máquinas HVAC, se realiza a través del sistema BAS, que consiste en un control computarizado y que en la actualidad se encuentra con fallas, generando problemas de control de las máquinas por lo que requiere su pronta mejora. Para eso se realiza un análisis para conocer nuestras principales problemáticas y objetivos a solucionar.

Con los resultados encontrados y demostrados, se realiza un nuevo análisis de Pareto, que no es muy diferente a la inicial, pero esta vez centralizado al problema principal. Para esto, se realizó una hoja de inspección trimestral, con los siguientes resultados.

Realización de hoja de inspección

Se realizó una hoja de inspección con las fallas observadas durante tres meses

Tabla n° 2 Realización de Hoja de Inspección para nuestros problemas específicos y objetivos a solucionar.

i	DEFECTOS	MENSUAL			TOTAL
		1	2	3	
1	Fallas en el software Insight, sistema BAS/BMS.				48
2	Falta de mantenimiento.				40
3	Dispositivos electrónicos malogrados.				18
4	Mala programación.				10
5	Mala instalación de dispositivos.				8
6	Chiller/Boiler no conectado al BAS/BMS.				5
7	Interrupciones de energía eléctrica.				5
	TOTAL	45	41	48	134

Elaboración propia

Tabla n° 3 Diagrama de Pareto, demostrar nuestros problemas específicos y objetivos a solucionar.

Problemas en el Control del HVAC	Frecuencia	% Acumulado
Fallas en el software Insight, sistema BAS.	48	34%
Falta de mantenimiento	40	63%
Dispositivos electrónicos malogrados.	18	76%
Mala programación	10	83%
Mala instalación de dispositivos	8	89%
Chiller/Boiler no conectado al BAS/BMS	5	92%
interrupciones de energía eléctrica	5	96%
Mala hermetización de las puertas en los laboratorios	3	98%
Cambio de presión y temperatura por el tránsito de los usuarios /personal	2	99%
Virus en el sistema	1	100%

Elaboración propia

En este análisis encontramos tres principales problemáticas y objetivos a solucionar, de acuerdo con la hoja de inspección de fallas trimestrales:

1. Fallas en el software Insight, sistema BAS.
2. Falta de mantenimiento
3. Dispositivos electrónicos malogrados

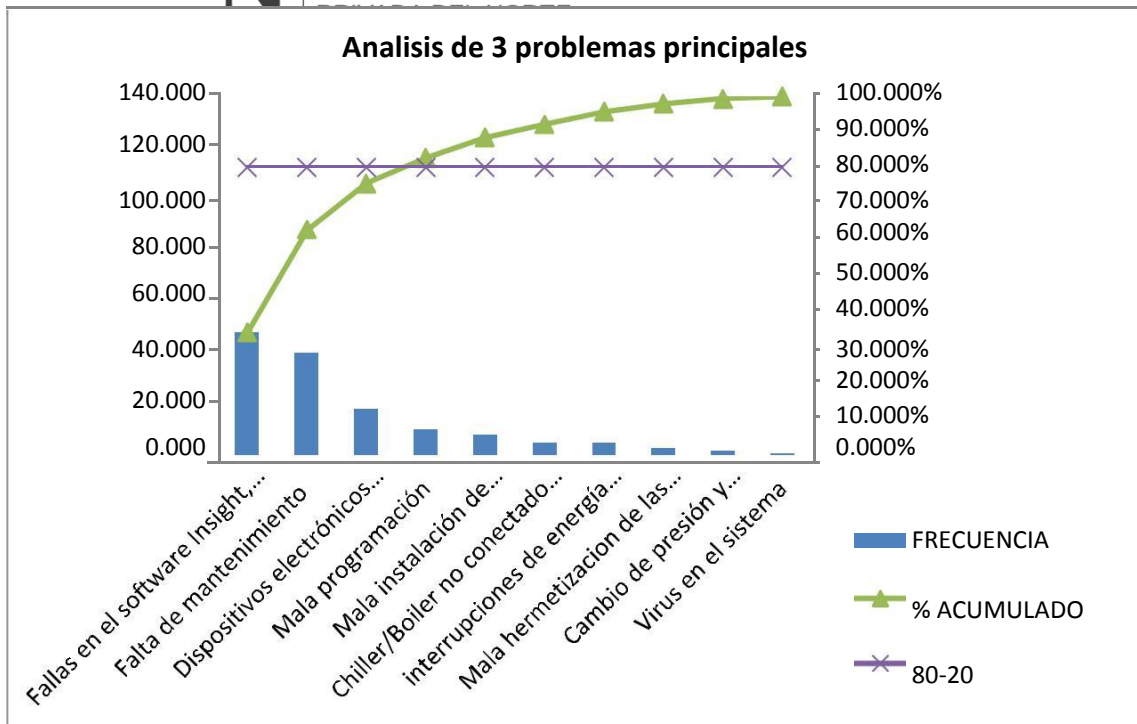


Figura n° 8 Diagrama de Pareto analizando nuestros problemas

Análisis: en nuestro diagrama, se puede observar que no es posible mejorar nuestro problema con la solución solo de un problema, tiene que ser un conjunto de acciones que al final ayudarán a mejorar todo el sistema. Hay que recordar que estamos hablando de un sistema de automatización, esto involucra a muchas partes, las cuales unas son más importantes que otras, pero una sola no puede trabajar sin ayuda de los otros componentes.

1.3.1. Problema General

¿De qué manera se mejora el sistema de control del aire acondicionado (HVAC), a través de la actualización en el sistema building automation system (B.A.S), en Centro de Investigaciones de enfermedades tropicales de la Marina de los EE. UU, Namru- 6, Bellavista – Callao en el 2019?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿Es posible mejorar el funcionamiento del sistema BAS, migrando el software Insight 3 .9 a Desigo CC 2.1 de Siemens?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿Es posible establecer una mejora en el mantenimiento, a través de un planeamiento anual de trabajos?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿De qué manera el cambio de los dispositivos electrónicos mejora el funcionamiento del sistema BAS?

1.4. Justificación

La necesidad de realizar sin problemas las investigaciones medicinales, nos conlleva a desarrollar este proyecto, para garantizar el buen funcionamiento de las máquinas del HVAC y las instalaciones de la misión. Con esto se obtiene un correcto funcionamiento de la empresa a un producto de calidad.

Los procesos de funcionamiento de las máquinas son importantes, ya que sin estos no lograríamos obtener las investigaciones medicinales óptimas.

Lo que se busca con esta actualización es minimizar los problemas de control de las máquinas, evitando pérdidas en las investigaciones medicinales que es nuestra principal función. Además, esta mejora nos conlleva a un ahorro económico involucrando varias áreas como: Ahorro eléctrico, menos desgaste de máquinas, ahorros de horas hombre y una buena planificación de trabajo anual. Comenzaremos a establecer lineamientos para solucionar el problema con herramientas de ingeniería e utilizaremos información proporcionada por los empleados de la empresa y por contratistas que trabajan en nuestra institución, obteniendo así una información real del problema a solucionar. De ejecutarse de manera adecuada este proyecto se conseguirá:

- Aseguraremos la calidad en los resultados científicos, continuidad en los trabajos en los laboratorios de investigación medicinal 24/7
- Un buen funcionamiento de todo el sistema mecánico eléctrico de toda la infraestructura de la institución. Con todo esto se obtendrá un buen planeamiento de mantenimiento anual del todo el sistema automatizado.

En la actualidad nuestro sistema tiene muchos defectos que con las soluciones propuestas mejoraran considerablemente. Una vez realizado este proyecto correctamente, la institución podrá comprobar las mejoras en diferentes áreas.

1.4.1. Justificación Teórica

El presente trabajo de investigación contribuirá a la empresa poder comparar las ventajas que se logran con la actualización del sistema BAS, versus un sistema desactualizado que no tiene soporte técnico ni mantenimiento garantizado por el dueño de la marca. Esto se logra mediante un plan de acciones que involucra el estudio de la situación actual y soluciones pasando por un análisis de un adecuado: mantenimiento, control, supervisión, cambio y reparación de los dispositivos eléctricos del sistema HAVC, en la empresa Laboratorios Namru – 6, Bellavista – Callao.

1.4.2. Justificación Práctica

El presente trabajo de investigación contribuirá a realizar un adecuado control de las máquinas, esto solucionar la incertidumbre del funcionamiento de las máquinas las 24 horas de funcionamiento, que duren las investigaciones medicinales. Además, el problema de desgaste en las piezas, ahorro eléctrico, horas hombre, entre otras.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

Para la instalación de este sistema BAS, se hicieron modificaciones a la infraestructura (2006-2010) que involucraron, obras civiles. Eléctricas y compras de maquinarias, para tal fin. Todo esto sumo un gasto económico alrededor de \$ 1 402 920.00, después de la instalación no se contrató el plan de mantenimiento ofrecido por la empresa instaladora. Luego, se realizaron varias reparaciones menores que a al pasar el tiempo no han sido suficiente para mejorar el sistema.

Obteniendo gastos significativos que se repiten cada cierto tiempo. Es muy importante la migración de este software. La implementación que se realizará, además del mantenimiento y compra de repuestos costará, el primer año, alrededor de \$174,100.00. Luego, anualmente se ira invirtiendo la suma de 64,400 dólares hasta el año seis. Esta inversión económica nos servirá para mantener funcionando el sistema HVAC y la infraestructura mecánica eléctrica, que son máquinas que están valorizadas en \$1 402,920.

1.4.4. Justificación Académica

El tema de investigación pretende agilizar y dar una idea del proceso que se debe cumplir al desarrollar este proyecto de mejora en la actualización del sistema BAS. Los análisis y datos tomados son reales, esto ayudará a tener una idea adecuada para poder realizar este cambio de software insight 3.9 a Desigo CC 2.1 de Siemens en el sistema BAS, para el sistema HVAC.

1.5. Limitaciones.

- Falta de planeamiento de mantenimiento de acuerdo a la realidad.

- Falta de capacitación en temas de calidad y ambiente laboral.
- Falta de capacitación del personal en temas de automatismos, para hacer las mediciones y controles del programa.
- Otra limitación es las herramientas y equipos adecuados, así como los permisos en cada área de la institución.

1.6. Objetivo

1.6.1. Objetivo General

Mejorar el control, supervisión de las máquinas y los dispositivos eléctricos en el sistema HVAC, a través de la actualización del sistema BAS, en el centro de investigación de enfermedades tropicales de la marina de los EE.UU, Namru-6, Bellavista, Callao y como resultado de ello obtener el funcionamiento de los laboratorios medicinales sin interrupciones, además del control de laboratorios en los edificios 1 y 2 (parámetros), control a distancia desde dispositivos móviles 24/7, ahorro de horas hombre, de desgaste de máquinas y eléctrico entre otras.

1.6.2. Objetivo específico

1.6.2.1. Objetivo específico 01

Realizar la migración del software insight 3.9 a Desigo CC 2.1, con la finalidad de controlar, supervisar y obtener datos verídicos en la estación computarizada de trabajo.

1.6.2.2. Objetivo específico 02

Realizar un diagnóstico de los equipos, para crear un plan de mantenimiento programado de trabajos periódicos durante el año, para el buen funcionamiento del sistema BAS.

1.6.2.3. Objetivo específico 03

Realizar la Instalación de nuevos dispositivos electrónicos en el sistema BAS, para garantizar un buen funcionamiento del sistema HVAC.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de la Automatización

De acuerdo a Blancas (s.f), “la automatización industrial se puede definir como “la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana” (Blancas, s.f).

El objetivo de la Automatización industrial es producir más, en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad del producto” (Blancas, s.f).

La Automatización Industrial se posibilita a través de la combinación de diferentes tecnologías, por ejemplo, la instrumentación que tiene como objetivo la medición de variables de la materia en sus diferentes estados químicos (gaseoso, solido o líquido).



Figura n° 9 Analizadores de gases, válvulas, instrumentación y recubrimientos.

Los denominados actuadores, producto de la olehidraulica, la neumática, los servos y los motores, que permiten generar el movimiento, realizando esfuerzo físico sin la intervención directa de la fuerza humana, tales como prensar objetos, cortar, aplanar, etc.



Figura n° 10 Válvulas direccionales, Servo válvulas, Válvulas de control de flujo

2.2. Los Sensores

Nos indican lo que está pasando con el proceso, dónde se encuentra en un tiempo determinado y dar la señal para que continúe el siguiente proceso.

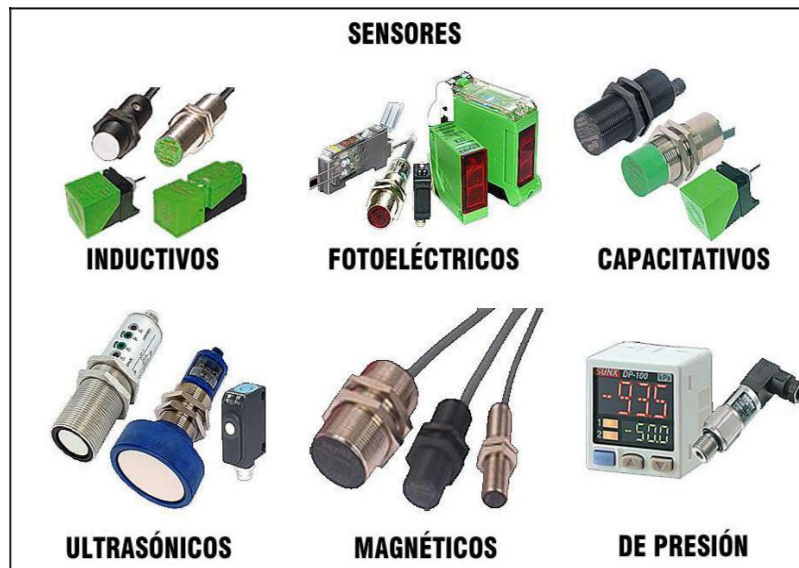


Figura n° 11 Sensores industriales

2.3. Los sistemas de comunicación.

Enlazan todas las partes.

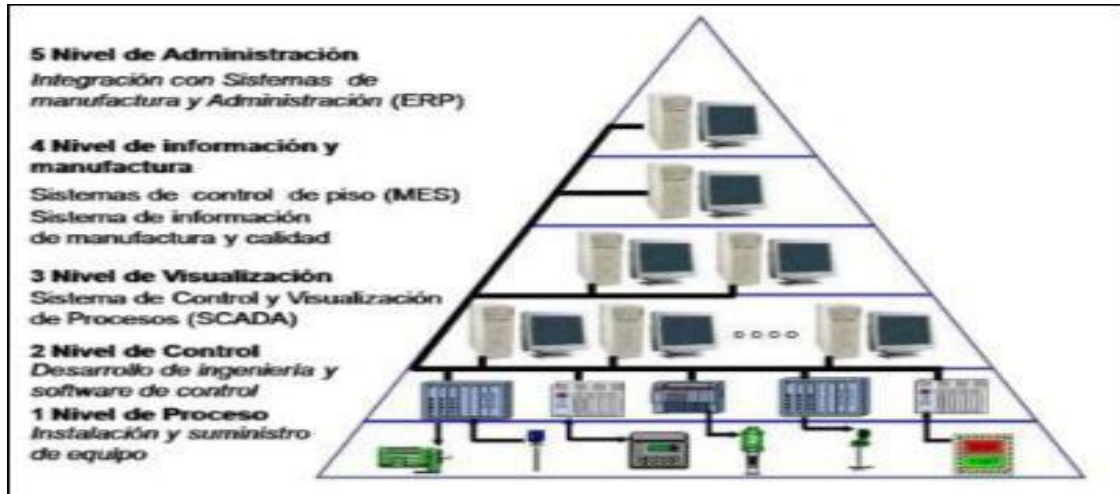


Figura n° 12 Sistema de comunicación

2.4. Los Controladores Lógicos Programables o por sus siglas PLC.

Son dispositivos electrónicos que permiten controlar equipos a través de programas con secuencias lógicas pre-establecidas, y garantiza que el proceso realice un trabajo repetitivo. Así también se agrega el uso de otras tecnologías tales como la robótica, telemetría y otras más.

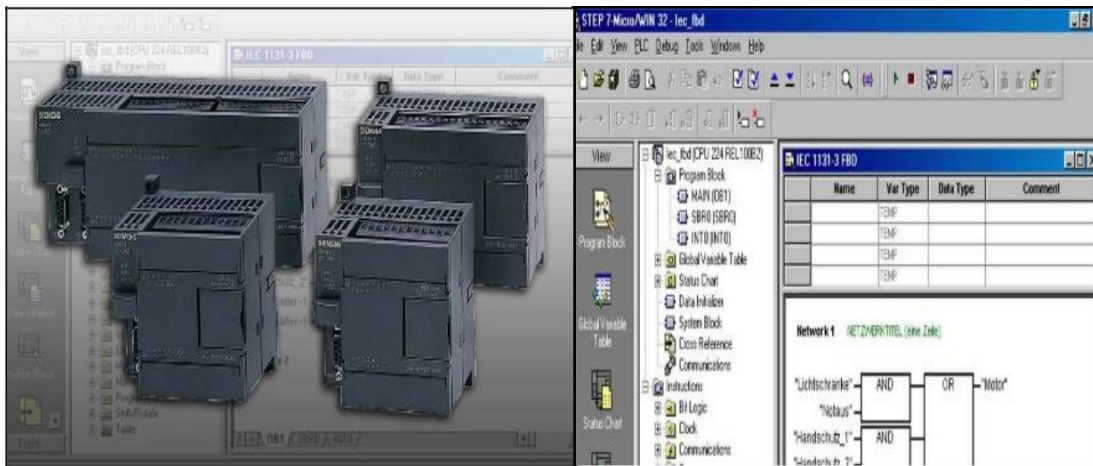


Figura n° 13 Siemens S7-200

2.5. Definición del sistema BAS

El Building Automation System (BAS), es un sistema de control de edificaciones, basado en un software y un hardware de control y supervisión que se instala en las construcciones. Así, se define la automatización integral de inmuebles con alta tecnología.

Funciones básica: Supervisión; Control; Reporte; Generación de histogramas; Todas las actividades de la edificación



Figura n° 14 Sistema grafico del Building Intelligent Management

Este sistema está conformado por un software y un hardware implementado para la manipulación y gestión de los equipos interrelacionados con la seguridad de las edificaciones y los servicios de edificación, también llamados equipos electromecánicos. Este software controla los siguientes sistemas:

- Sistema de aire acondicionado
- Sistema eléctrico
- Sistema de iluminación
- Grupos electrógenos (plantas diesel)
- Sistema hidráulico
- Sistema transporte vertical

Los protocolos utilizados en los BMS son:

- Bacnet; KNX; Modbus; OPC; Lonworks.

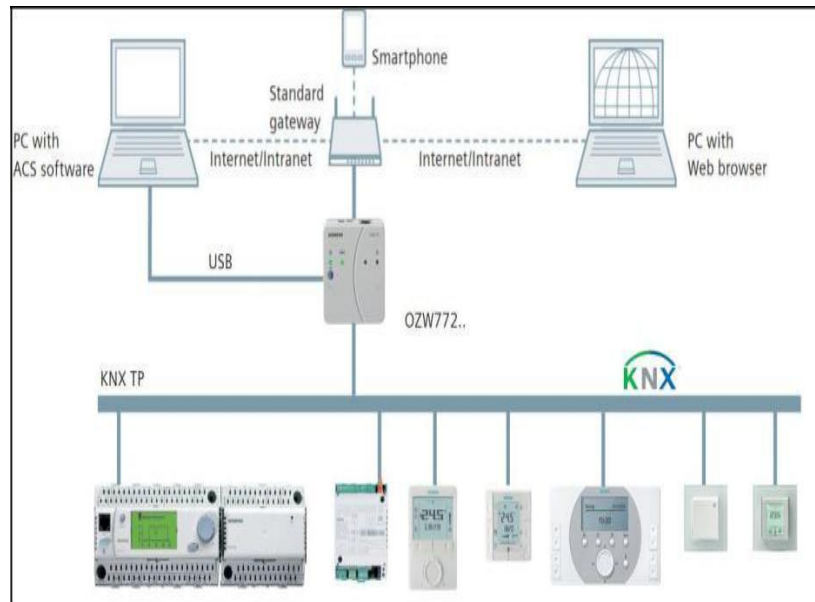


Figura n° 15 Gráfica del sistema BAS.

Beneficios para el personal de mantenimiento

- Mayor disponibilidad de información de los equipos instalados en las construcciones.
- Programación de mantenimiento computarizado
- Mayor productividad en el uso del tiempo del personal de mantenimiento
- Detección temprana de problemas
- Mejores índices de ocupantes satisfechos

2.5.1. Objetivos del sistema BAS.

El BAS, es un sistema de control automatizado, su función se basa en medir parámetros de flujo, presión, temperatura y poder visualizarlo de manera fácil mediante un gráfico en la computadora, para tomar acción si estos varían fuera de su rango de trabajo normal.

Entre los objetivos principales y fundamentales del sistema BAS se tienen:

- Control Integral
- Reducción de costos operativos
- Conservación de la inversión
- Aumento de la vida del equipo
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Identificación de problemas, detectando de una forma preventiva los posibles fallos
- Gestión de alarmas y notificaciones
- Almacenamiento de datos y generación de reportes.

(Wikipedia, 2018), recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Building_Management_System.

2.6. Mantenimiento Preventivo

Se puede definir como mantenimiento preventivo, al consistente en una revisión periódica y reparaciones que permitan conservar en óptimas condiciones los equipos o de instalaciones, garantizando su fiabilidad y buen funcionamiento por un periodo de tiempo considerable. Estos mantenimientos se realizan cuando los equipos o sistemas se encuentran en estado operativos, mientras que los mantenimientos correctivos cuando el equipo está fueran de servicio por mal funcionamiento.

La principal finalidad de un mantenimiento preventivo es evitar las grandes consecuencias producto de pequeños detalles o fallas en el equipo, evitando que ocurran eventos lamentables en el equipo. El mantenimiento preventivo consiste en acciones que pueden ir desde una limpieza general, lubricar, cambio de aceite o cualquier fluido, hasta cambiar piezas gastadas, entre otras. Tal como lo indica su nombre, es realizar mantenimientos, para prevenir que ocurran eventos más graves, visualizando los riesgos en la vida útil y conservación del equipo dada ciertas circunstancias.

Estos métodos preventivos vienen determinados por lo general con antelación por el fabricante, las leyes en vigencia, la consideración de expertos en la materia, etc.

2.6.1. Principales ventajas del mantenimiento preventivo

Sin duda alguna, la principal ventaja de mantenimiento preventivo es la reducción del deterioro del sistema o equipo, alargando su tiempo de vida útil y disminuyendo costos, debido a que se evitan intervenciones correctivas, mucho más costosas que los generados por mantenimientos preventivos y adicionalmente, evitando perdidas de clientes, por incumplimiento o demoras entre otros efectos que produce el daño o paralización de funcionamiento de un equipo o sistema productivo.

La ventaja principal para un plan de mantenimiento es el predecir o prever situaciones adversas evitables, sustituyendo piezas o partes usadas, preservando y restableciendo las piezas requeridas en un tiempo prudencial. Es a causa de ello que se sugiere la aplicación y uso de un software o programa de apoyo al mantenimiento preventivo, como por ejemplo el Infraspak, mediante el cual se logra:

- Optimizar el estado técnico y operativo de los equipos;
- Evitar la acelerada degradación de los equipos;
- Disminuir los riesgos de descomposición de los equipos;
- Planificar los trabajos de prevención;
- Ejecutar reparaciones en condiciones positivas o favorables a la operación;
- Disminuir costos;
- Alargar la vida útil de los equipos;
- Evitar el impacto en el cliente/usuario.

2.6.2. Las técnicas utilizadas para la detección de anomalías del mantenimiento preventivas

2.6.2.1. Inspecciones Visuales

Es uno de los métodos más comúnmente utilizados, y son de tipo no destructivo. Es indispensable para la ejecución de este tipo de pruebas, la iluminación correcta del equipo, así como una formación adecuada del inspector respecto al equipo, sistema, producto, funcionamiento y condiciones optima de los mismos.

2.6.2.2. Medición de Temperatura

Un parámetro muy importante en los equipos y en los sistemas es la temperatura de los mismos, la cual puede generar diferentes reacciones en el funcionamiento o comportamiento del mismo. Dicha propiedad se mide con un instrumento denominado termómetro.

2.6.2.3. Control de Lubricación

En equipos o sistemas mecánicos, en especial en los hidráulicos, es importante el chequeo de la lubricación y el nivel de consumo adecuado de aceite o lubricantes. Si un equipo consume mucho lubricante, es síntoma de que algo no está funcionando bien. Incluso es necesario revisar si existen partículas metálicas, humedad, descomposición en el aceite que indique problemas en el funcionamiento del equipo.

2.6.2.4. Medición de Vibraciones

Las vibraciones, y su magnitud, indican si los elementos de un sistema o equipo se están empezando a dañar. Por lo cual es un parámetro que se debe revisar.

2.6.2.5. Control de Fisuras

Estos controles se realizan mediante líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías y corrientes inducidas. La detección de las fisuras en elementos de los equipos permite tomar decisiones sobre la sustitución de la parte dañada.

2.6.2.6. Control de Corrosión

El control de la corrosión se realiza con testigos y radiografías. En algunas industrias, por ejemplo: La industria química, el control de las corrosiones muy importantes

2.7. Concepto General de Costo

Según Chambergo (2012) “El costo es la medición en términos monetarios de la cantidad de recursos usados para algún propósito u objetivo

2.7.1. Objetivos de los Costos

- Sirve de base para establecer políticas de precios.
 - Tomar decisiones del área de producción.
 - Valorizarlos inventarios.
 - Controlar la efectividad de la gestión.
 - Facilitar el planeamiento y control del proceso productivo.
- (Teoría del Mantenimiento, s.f, Recuperado de páginas de internet)*

2.8. Definición Costo beneficio

El costo beneficio se puede definir como el análisis que permite conocer si un proyecto de negocio o inversión vale la pena o no, restando el costo al beneficio obtenido.

2.8.1. Análisis de Costo-Beneficio

De acuerdo con Shopify (2018), para realizar el análisis de costo – beneficio se toma en cuenta todos los beneficios y costos que incluye el proyecto. El contador se encargara de colocar todos los costos en dólares para realizar el análisis. Un ejemplo de análisis de costos puede ser, cuando un empresario o comerciante decide cambiar la ubicación de su local. Si un comerciante, por ejemplo cambia de sitio la tienda, como beneficio obvio puede ser, aumento de las ventas por reubicarse a un sitio más concurrido. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta otros factores tales como los costes asociados. Por ejemplo, puede ser que en el nuevo edificio o local sean mayores los impuestos, alquiler, requiera más personal, cubrir gastos de transporte, entre otros. Al realizar la medición del retorno del incremento de ventas ósea, del TIR, con los costos asociados a un nuevo local, el empresario realiza un análisis de beneficio-costos. La decisión final dependerá del resultado del análisis. Es decir, el mismo indicara si debe realizarse o no la inversión, así como también si los gastos generados por la tienda actual son rentables o requiere los cambios planteados. (*Shopify. La Enciclopedia de negocio para empresas, 2018*)

2.9. Definición de términos teóricas.

2.9.1. Pareto

Es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Utilice un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

Extraído de la fuente: <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua/>

2.9.2. Hoja de inspección

La hoja de inspección es un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo, la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causas de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc.

El formato debe contener la siguiente información: área o departamento al que se refieren los datos y fecha de recolección y hora si es necesario. (González, 2012)

2.9.3. Ishikawa

También llamado diagrama de causa-efecto, es una representación gráfica que por su estructura también se llama diagrama de pescado, este consiste en una representación sencilla en la que puede verse una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando un problema a analizar, que se escribe en la cabeza del pescado. (*Teoría del análisis d Calidad, s.f, Recuperado de páginas de internet*)

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Métodos

Análisis del funcionamiento del control automatizado mediante el software Insight de siemens en el sistema BAS, fue el siguiente:

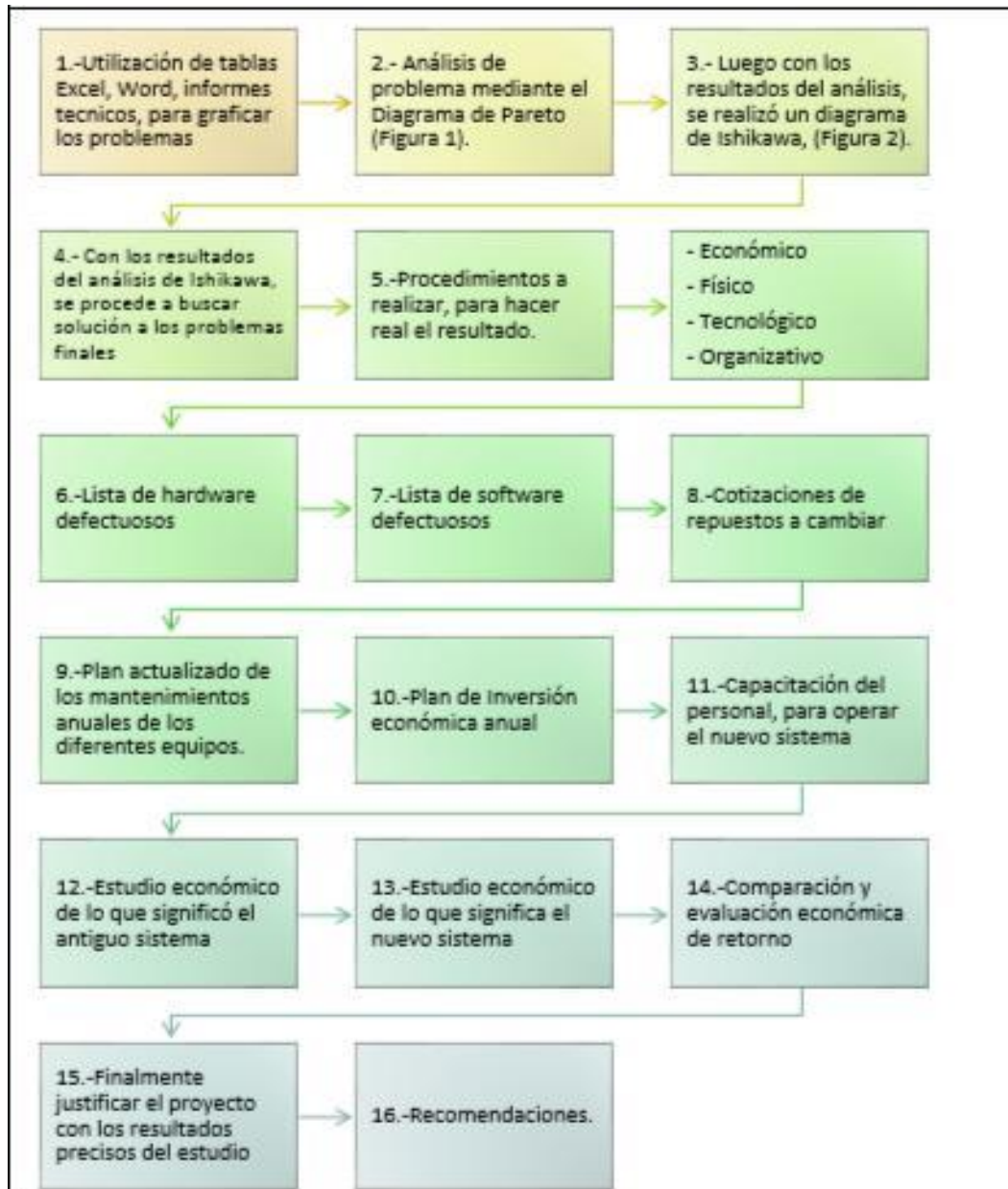
3.2. Análisis del Sistema BAS

Se realizó mediante la observación del sistema, desde que se emite una orden en el ordenador (Word station), cuarto de datos, hasta que se cumpla en los dispositivos electrónicos, ubicados físicamente en el lugar de trabajo, azotea u otro lugar dentro de la empresa

3.3. Recopilación de datos

La información que manejamos fue por el trabajo diario que realizamos en el sistema y los informes, ordenes de trabajo y otros documentos que utilizamos para el mantenimiento y la reparación del sistema BAS. Para tener un orden y poder hacer posible este proyecto, tuvimos que escribirlo en un documento maestro de procedimientos, que debimos cumplir:

3.4. Documento maestro de secuencias de acción.



Elaboración propia

Figura n° 16 Documento Maestro de secuencias, elaboración propia.

3.5. Desarrollo del Objetivo 01

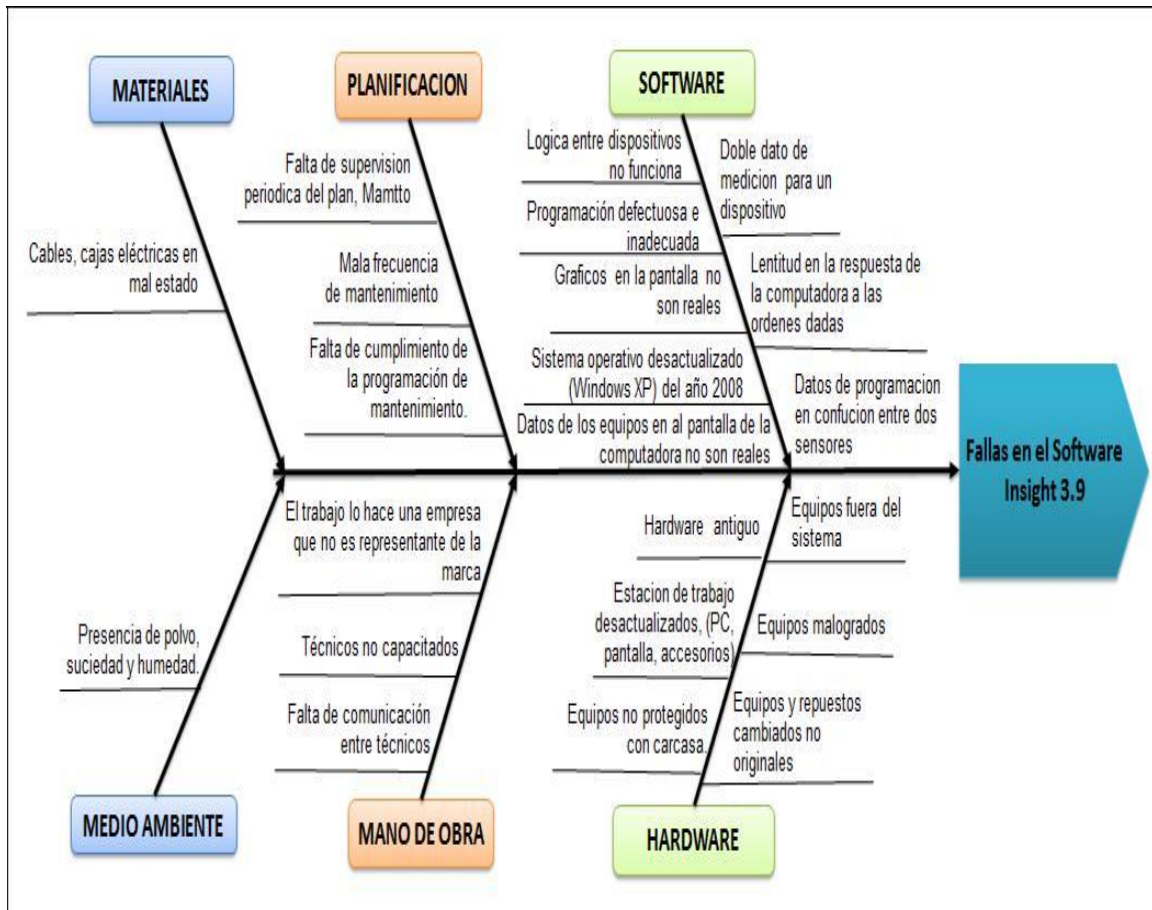
El sistema BAS se entregó en julio de 2009, por la empresa CCE, (nacionalidad colombiana) en buenas condiciones, poco tiempo después tuvimos problemas con el sistema, que por garantía se atendieron por la empresa instaladora.

Nosotros no contratamos un plan de mantenimiento de la empresa representante de la marca después de la instalación, esto fue determinante para que el sistema fuera decayendo en su funcionamiento. El sistema tiene un plan de mantenimiento realizado por nosotros, los técnicos de la institución, que es básicamente de supervisión y arreglos menores. Cuando falla algo llamamos a un tercero, para que pueda solucionar el problema, pese a esto, no dio resultado las reparaciones que se hacían con empresas que no son representantes de la marca, es por eso después de varios años de mantener ese régimen de trabajos, se cambió a uno más estable y confiable. Lo realizó la empresa Siemens Perú, anualmente. Cuando se comenzó a implementar este mantenimiento nos reportaron fallas que ya sabíamos que existían, pero con un informe detallado de las fallas y los posibles cambios que se necesitaría. A pesar de eso, Laboratorios Namru, continúa usando el mismo sistema, ya que funciona, no como debería de ser, pero funciona. Además de esto, lo más importante de saber, es que el cambio no es rápido por razones económicas y de planificación gerencial.

Mejorar el sistema BAS a través de la migración del insight 3.9 a Desigo CC 2.1 de Siemens, para obtener un mejor control, supervisión en el sistema HVAC.

Se elaboró una lista de fallas con una lluvia de ideas y se le dio un área de acción, relacionado al mal funcionamiento del Insight de Siemens, para poder elaborar un diagrama de Ishikawa.

Elaboración del Diagrama de Ishikawa



Elaboración propia

Figura n° 17 Análisis de Ishikawa.

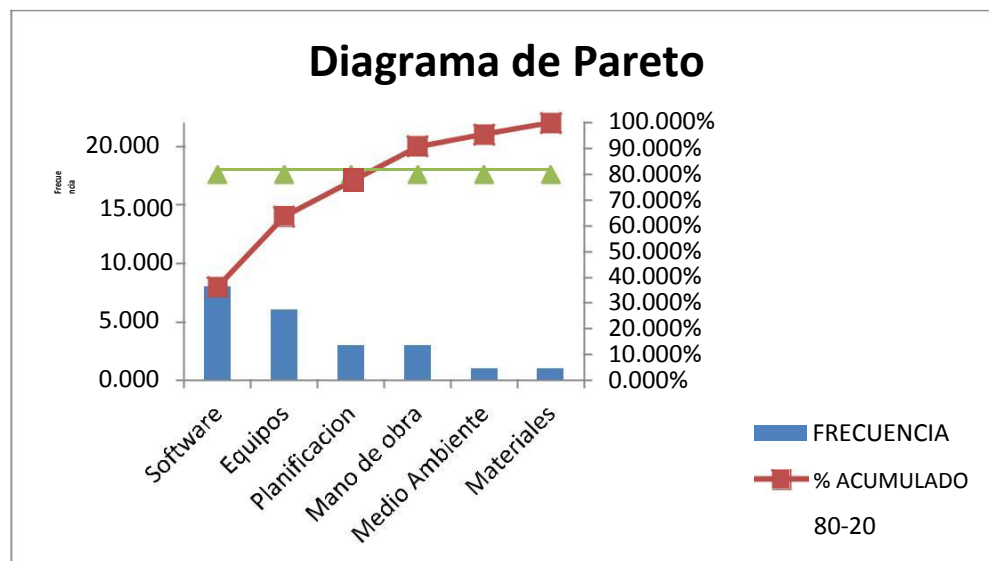
Análisis: Se elaboró una lluvia de ideas y se tomó los problemas más representativos, teniendo enumeradas las soluciones y lo que debemos hacer, para dar solución a nuestro primer objetivo. Con el resultado se elaboró un diagrama de Pareto, para encontrar una solución o varias soluciones al problema.

Tabla excel para la realización del diagrama de Pareto, esto es parte del diagrama final de barras 80/20.

Tabla n° 4 Excel para generar nuestro diagrama de Pareto

	CAUSAS	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO	80-20
1	Software	8	36.364%	36.364%	80%
2	Hardware	6	27.273%	63.636%	80%
3	Planificación	3	13.636%	77.273%	80%
4	Mano de obra	3	13.636%	90.909%	80%
5	Medio Ambiente	1	4.545%	95.455%	80%
6	Materiales	1	4.545%	100.000%	80%
	Total	22			

Elaboración propia



Elaboración propia

Figura n° 18 Diagrama de Pareto, para solucionar el cambio del software

Análisis: En nuestro diagrama se puede ver que nuestro principal problema es el software, para lo cual se está recomendando la migración del insight 3.9 a Desigo CC 2.1.

Se observa en nuestro análisis que hay tres problemáticas importantes a resolver. Esto significa que no es posible mejorar a un 100% nuestro problema del software sin solucionar los demás problemas

Esta solución tiene que ser un conjunto de acciones que al final ayudarán a nuestro objetivo principal. Hay que recordar que estamos hablando de un sistema de automatización, esto involucra a muchas partes, las cuales unas son más importantes que otras, pero una sola no puede trabajar sin ayuda de los otros componentes, esto involucra también cambio de equipos de control automáticos y tener una planificación de mantenimiento adecuado y asistido por los especialistas. La cotización que hemos propuesto cubre los dos problemas de cambio de software y hardware, el tercer problema de planificación es tarea de nosotros y para esto hemos ideado un plan de mantenimiento anual, que se adecue a nuestras necesidades.

3.5.1. Procedimientos para hacer real el proyecto.

3.5.1.1. Económico:

Costo del nuevo software e instalación:

A continuación, presentamos la cotización N° PE- EMCS-17-0113-00, por el suministro indicado en el presente alcance:

El alcance de la presente oferta consiste en el siguiente suministro:

- Verificación de señales y eventos.
- Descarga de información de programación Insight.
- Instalación paralela de nuevo servidor.
- Carga de información de servidor con software licenciados.
- Verificación de operatividad de nuevo Servidor.
- Instalación de nuevos Controladores PXC para monitoreo de señales de periferia.
- Acondicionamiento de PXC en antiguas MEC.
- Conexión de PXC y habilitación en software nuevo.
- Instalación y programación de Licencia Desigo CC en nuevo servidor.
- Recuperación de información de programación u Upload en Desigo CC.
- Deshabilitación de Servidor Insight 3.9.
- Pruebas de comunicación y depuración de errores.
- Pruebas de señales e integración.
- Capacitación a Nivel de Usuario del nuevo sistema Desigo CC.

Tabla n° 5 Cotización de migración del software Insight a Desigo

ITEM	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANT.	UND	Precio Unitario USD	Precio Total USD
	SERVIDOR PC					
1	PowerEdge R630 Server Chassis with up to 8, 2.5" Hard Drives, up to 2 PCIe Slots (With Optional Riser) Bezel up to 8 Drive Chassis PowerEdge R630 Motherboard MLK Riser with up to 1, x8 PCIe Slots + 1, x16 PCIe Slots for x8, 2 PCIe Chassis with 1 Processor Intel Xeon E5-2620 v4 2.1GHz,20M Cache,8.0GT/s QPI,Turbo,HT,8C/16T (85W) Max Mem 2133MHz PowerEdge R630 Shipping- 8 Drive Chassis Electronic System Documentation and OpenManage DVD Kit, PowerEdge R630 Performance Optimized DIMM Blanks for System with 1 Processor 16GB RDIMM, 2400MT/s, Dual Rank, x8 Data Width 2400MT/s RDIMMs No Additional Processor iDRAC8 Enterprise, integrated Dell Remote Access Controller, Enterprise 300GB 10K RPM SAS 12Gbps 2.5in Hot-plug Hard Drive PERC H330 Integrated RAID Controller QLogic 2662, Dual Port 16GB,Fibre Channel HBA, Full Height 120W Heatsink for PowerEdge R630 No Media Required DVD+/-RW SATA Internal NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W No Trusted Platform Module C13 to C14, PDU Style, 12 AMP, 6.5 Feet (2m) Power Cord, North America Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card No Operating System OpenManage Essentials, Server Configuration Management Power Saving Dell Active Power Controller ReadyRails Sliding Rails With Cable Management Arm Unconfigured RAID for H330/H730/H730P (1-24 HDDs or SSDs) ProDeploy Dell Server R Series 1U/2U - Deployment ProDeploy Dell Server R Series 1U/2U - Deployment Verification	DELL		QT	11,271.94	11,271.94
1.2	Monitor 22" ul 864 lcd siemens	S54465-C8-A2		PQT	1 712.75	1 712.75
	Licencias					
2.1	Migración del insight 3.9 a Desigo cc 2.1 (servidor)	SIEMENS		PQT	18 737.78	18 737.78
2.2	Migración del insight 3.9 a Desigo cc 2.1 (cliente)	SIEMENS		PQT	6 148.33	6 148.33
	Controladores					
3.1	Pxc modular	SPXC M		PQT	4 750.32	9 500.64
	Servicio de instalación y configuración					
	Personal técnico instalador material menor de instalación configuración de equipamientos field service especialista en bms pruebas del sistema					
	Capacitación					
		SIEMENS		PQT	26 697.58	26 697.58
	Total USD					74 069.02

Elaboración de la empresa Siemens para Namru 6

Presupuesto anual para la operación:

El presupuesto anual se elabora 6 meses antes que termine el año fiscal (octubre), para esto se cotiza los trabajos que se pretenden hacer y se hace un estudio de posibilidades de hacerlo real.

Para este caso ya se podría pedir, ya tenemos los posibles costos a esto se le añade un 20% del monto total, para contingencias. Como ejemplo pondremos una figura de como seria esta petición.

Tabla n° 6 Plan anual de distribución de dinero para proyectos varios.

Plan anual de distribución de dinero para proyectos varios									
PR #	DESCRIPTION	VENDOR	IQUITOS BATTERIES	UNDERGROUND CONDUITS	ROOF TILING	HVAC ANNUAL M	CCTV	INSECT. ROOF	TOTAL
	Presupuesto anual		\$ 12,500	\$ 19,850	\$ 97,800	\$ 100,000	\$ 72,500	\$ 16,500	\$ 319,150
R95	ACTUALIZACION DE SOFTWARE SIEMENS INSIGHT 3.9 A DESIGO	SIEMENS				84,000			
R24	MANT. CHILLER 157 TON	JOHNSON CONTROLS				6,740			
PR96	HVAC PRE-FILTERS	SAEG				1,937			
PR96	GREASE CONTACT CLEANER	ADTECH & SERVICE				758			
PR97	AISLAMIENTO TERMICO AHU 101 , 102	AISLASISTEMAS				394			
PR97	DUCTO OCC HEALTH	CLIMAYRE				470			
PR98	LIMPIEZA DE CISTERNAS	SERMECO				1,369			
PR98	MANTENIMIENTO ANNUAL CISTERNAS	SERMECO				476			
PR98	HVAC FILTERS	SAEG				2,660			
PR99	MANTENIMIENTO S.E.	AAI				619			
PR99	MANTENIMIENTO DE AGUA CHILLER/BOILER	AQUA MATIC				655			
PR99	ADITIVO PARA AGUA CHILLER/BOILER	AQUA MATIC				411			
	UTILIZADO		\$ 12,357	\$ 19,622	\$ 97,757	\$ 100,487	\$ 72,188	\$ 16,500	\$ 318,910
	SALDO		\$ 143	\$ 228	\$ 43	-\$ 487	\$ 312	\$ 0	\$ 240

Elaboración Namru 6

Análisis de costo beneficio:

Analizaremos el costo de nuestro sistema BAS y todos los gastos que se realizaron años anteriores en los edificios, para poder adecuar la instalación de este sistema a nuestras instalaciones.

Los edificios e instalaciones sufrieron cambios y se adecuaron a las máquinas y dispositivos eléctricos y electrónicos que se instalarían en ellos.

Para poder modernizar nuestro sistema de HVAC, se realizó varias modificaciones a los dos edificios que tenemos. Las inversiones fueron considerables, ya que se tuvo que modificar arquitectónicamente estos en varias áreas de la construcción como son:

- **Civil:** Construcciones de áreas especiales y reforzadas para soportar las maquinarias pesadas del HVAC.
- **Eléctricas:** Se tuvieron que modificar los conductos, bandejas, pozo tierra, además de esto, se cambió lo existente por un tema de seguridad.
- **Fibra óptica/data:** Al igual que los cables eléctricos se efectuaron cambios considerables, ya que hay bastante de comunicación digital en estos dispositivos.
- **Sistemas de agua y desagüe:** Se modificaron las tuberías de agua se instalaron válvulas de seguridad.
- **Maquinarias:** Se instalaron Umas, Chiller, Boiler, Calentadores, Planta de tratamiento de agua, etc.
- **Sistema BAS:** Se instalaron toda la ramificación de cables para los controladores, sensores, monitoreo de los parámetros y finalmente el software insight de Siemens.

Tabla n° 7 Inversión económica para hacer posible las modificaciones del HVAC, de desde el año 2006 hasta el 2011.

PROJECT	FUNDED	COST (including IGV)
Restore HVAC System (Main Building), B.001 (R1-05)	FY-06	\$ 107,700
A&E, Restore HVAC Systems (R1-05); (Supportive Modifications to Facility and Structures In Conjunction with HVAC Restoration) Bldg #.001	FY-07	\$ 65,000
Restore HVAC System (Animal House), B.002 (R2-05)	FY-0528	\$ 662,700
A&E, Restore HVAC Systems (R2-05); (Supportive Modifications to Facility and Structures In Conjunction with HVAC Restoration) Bldg #.002	FY-09	\$ 70,000
Installation of Occupancy Sensors, Building # 001// Restore Building Systems, Building 1	FY-10	\$ 497,520
Total de inversión en diferentes años		1,402,920

Elaboración Namru 6

Análisis: Teniendo los gastos de inversión de los edificios preparados para las maquinarias del HVAC. Tomaremos esta inversión como nuestros ingresos, ya que lo que se trata es justificar este gasto actual en bien de las instalaciones, el cuidar estas son nuestra prioridad, porque sin estas, nuestras investigaciones medicinales no saldrían bien. Además, para poder cumplir con la ecuación del costo beneficio se requiere de este dato, que son: \$1402,920.00, un millón cuatrocientos mil dos novecientos veinte mil dólares americanos, (gasto de inversión de años pasados, ver tabla anterior n° 7), que pasan hacer una inversión a cuidar, por lo tanto, pasaría a ser nuestra ganancia y la inversión actual de: \$496,100.00, cuatrocientos noventa y seis mil cien dólares americanos, pasaría tal cual, ya que es el monto económico que tenemos que utilizar, para mantener funcionando bien las instalaciones.

Tabla n° 8 Ingresos y egresos, para el cálculo del costo beneficio (flujo de caja)

Años	Repuestos	Mantenimiento	Actualización	Capacitación	Egreso anual	(Gastos de
						(Actualización del BAS/BMS)
						Ingreso Anual
2019	\$30 700.00	\$56 400.00	\$84 000.00	\$3 000.00	\$174 100.00	0
2020	\$5 000.00	\$56 400.00	\$0.00	\$3 000.00	\$64 400.00	\$ 107 700.00
2021	\$5 000.00	\$56 400.00	\$0.00	\$3 000.00	\$64 400.00	\$ 65 000.00
2022	\$5 000.00	\$56 400.00	\$0.00	\$3 000.00	\$64 400.00	\$ 662 700.00
2023	\$5 000.00	\$56 400.00	\$0.00	\$3 000.00	\$64 400.00	\$ 70 000.00
2024	\$5 000.00	\$56 400.00	\$0.00	\$3 000.00	\$64 400.00	\$ 497 520.00
				Total	\$496 100.00	\$1,402 920.00

Elaboración propia

Análisis:

- Egreso anual: Montos de inversión en el nuevo proyecto de mejora, actualización del sistema BAS, año 2019 / 2024.
- Ingreso anual: Montos de inversión de años pasados que se realizaron para la instalación del sistema BAS, año 2006 / 2010.

Ingreso anual, este monto se utilizará como ingreso de ganancia por dos motivos:

- No tenemos cifras conocidas de las ganancias
- Nuestro mayor interés es mantener nuestra infraestructura en buen estado, esa sería nuestra ganancia final, ya que no somos una empresa con fines de lucro.

Calculo del Costo Beneficio con las formulas en Excel, este resultado es positivo.

Costo Beneficio		
TASA DE ACTUALIZACION	19%	
Año	Ingresos	Egresos
2019	0	\$ 174,100.00
2020	\$ 107,700.00	\$ 64,400.00
2021	\$ 65,000.00	\$ 64,400.00
2022	\$ 662,700.00	\$ 64,400.00
2023	\$ 70,000.00	\$ 64,400.00
2024	\$ 497,520.00	\$ 64,400.00
TOTAL	\$ 773,053.83	\$ 371,011.69
Inversion	\$ 496,100.00	
Valor Presente ingreso	\$ 773,053.83	
Valor Presente egreso	\$ 371,011.69	
Costo Beneficio	\$ 2.08	
Por cada dólar invertido , se obtiene una rentabilidad de 1.08		

Elaboración propia

Figura n° 19 Para calcular el costo beneficio (B/C).

Análisis: Según los resultados B/C: \$ 2.08, por cada dólar que gane estaré ganando la cantidad de 1.08 centavos de dólar, ya que, si este resultado fuera 1 no habría ganancia ni pérdida, entonces la inversión es viable.

Además, Para tomar la tasa de actualización de 19% se vieron varias variables como:

- La ganancia que esperamos recibir, con la inversión realizada.
- El dinero invertido es propio y no de terceros.
- La estabilidad monetaria del país.

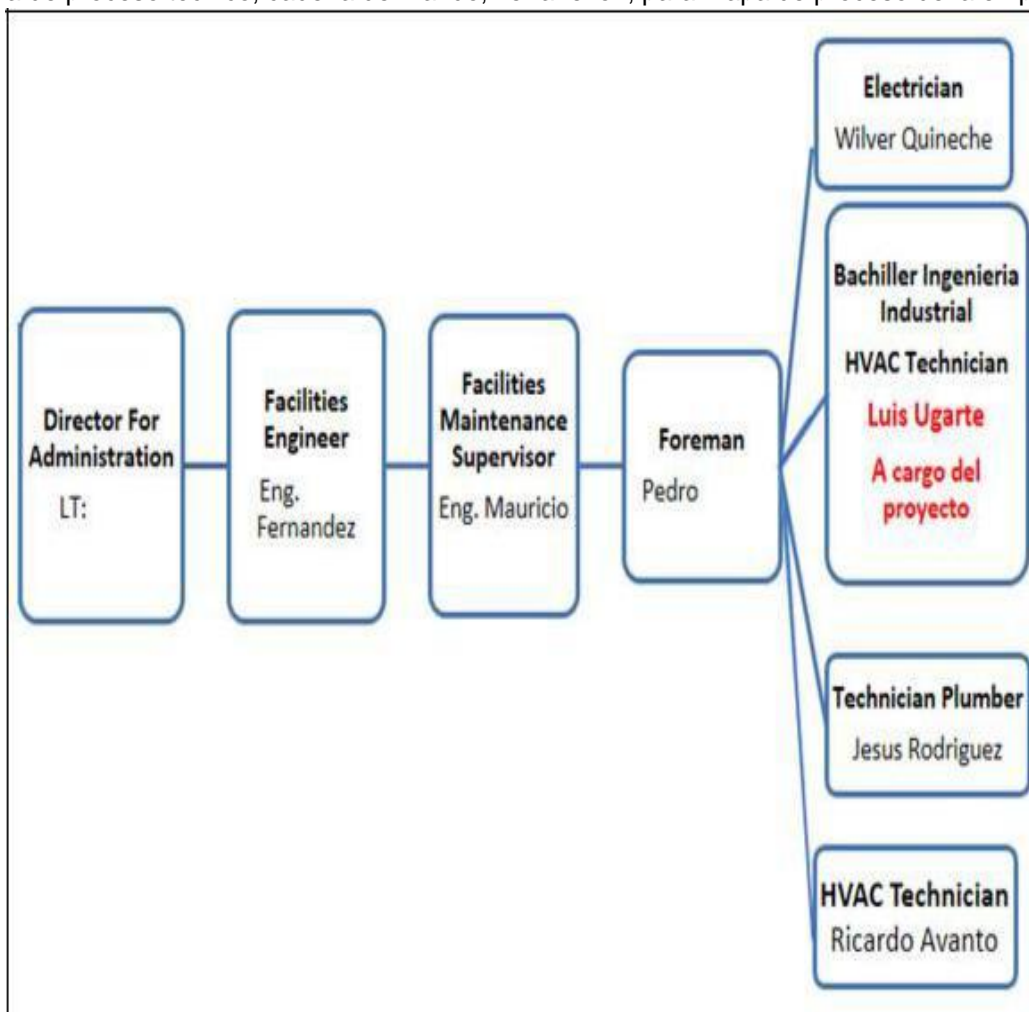
En otras palabras:

Tasa de descuento = Coste recursos financieros o Rentab. mínima exigida + Prima de riesgo

3.5.1.2. Físico:

En nuestra área de mantenimiento tenemos ingenieros bachilleres y técnicos en diferentes áreas, hay gente capacitada para hacer posible cualquier proyecto. La administración de la institución también está presente en todas nuestras propuestas de mejora. En este caso la participación personal, técnica se hizo presente para esta propuesta de migración del software Insight 3.9 a Desigo CC 2.1, ambos de Siemens.

Mapa de proceso técnico, cadena de mando, ver anexo1, para mapa de proceso de la empresa.



Elaboración propia

Figura n° 20 Cadena de mando, área de ingeniería de mantenimiento

3.5.1.3. Tecnológico:

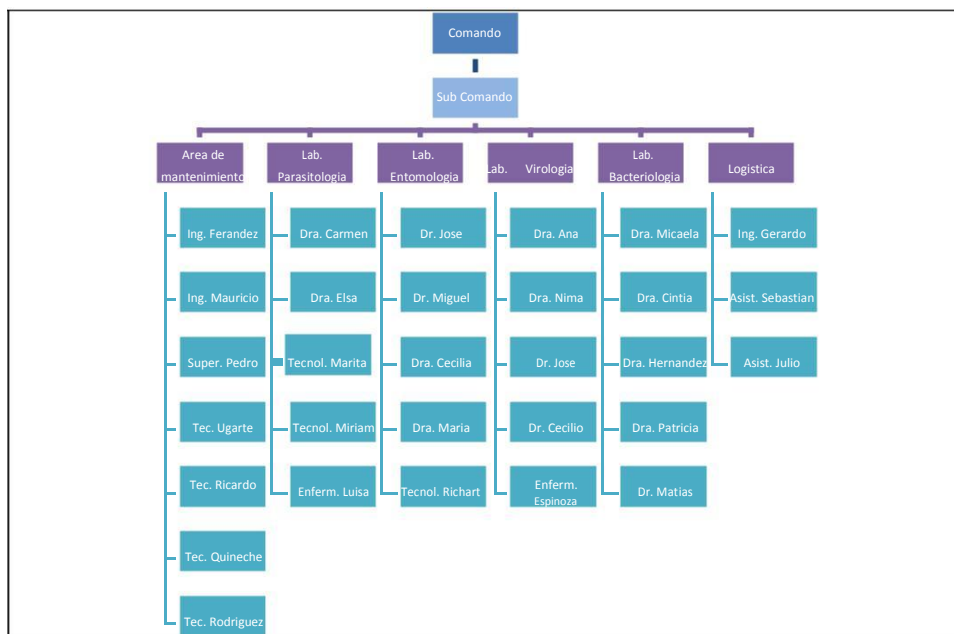
Para realizar este proyecto, se analizó en el lugar de los problemas los voltajes, amperajes, señales digitales y analógicas de los sensores, los gráficos y parámetros de las programaciones del sistema, para eso se utilizó una serie de herramientas, los cuales nombramos algunas:

- Multitester
- Sensores de temperatura
- Amperímetro, Amperímetro
- Computadoras
- Internet
- Programas de ingeniería.

3.5.1.4. Organizativo

Laboratorios Namru:

El Centro de Investigación Médica Naval es una organización de investigación de primera. Con una visión de soluciones de clase mundial, en salud operacionalmente pertinente y de investigación médica - en cualquier momento y en cualquier lugar.



Elaboración propia

Figura n° 21 Esquema organizacional reducido.

3.6. Desarrollo del Objetivo 2

3.6.1. Diagnóstico de fallas de los equipos.

Teniendo el historial de fallas, reportado por los técnicos de campo, se puede hacer un plan de mantenimiento, conociendo los estados de los equipos eléctricos y electrónicos, luego se ordena en un excel.



Elaboración propia

Figura n° 22 . Equipos EAV. y diferencial de presión con fallas de operación.

3.6.2. Lista de dispositivos eléctricos para mantenimientos.

Se desarrolla un plan de mantenimiento anual de las máquinas y dispositivos de la empresa, con la finalidad de conocer los problemas y poder planificar económicamente el sustento de la reparación.

Tabla n° 9 Lista de repuestos a cotizar

Lista de Repuestos y Servicios para Cotizar en el HVAC, BMS.										
i	EQUIPO	UNIDAD	ZONA	TABLERO	NUMERO DEL PUNTO	FABRICANTE	MODELO	BUILD	DESPERFECTO	OBSERVACION
28	CHILLER_ENG	BMS	Insight job			SIEMENS	Insight 3.9.5	B1 B2	*Cambio de bomba en automatico, no funciona. * Icono de: *	
29	CHILLER_INFO	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1		Datos inexistentes,	Necesita actualizacion
30	FEEDBACKS	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.2		Verificacion de dato	Necesita actualizacion
31	SAV101	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Sensor de flujo de a	Necesita actualizacion
32	SAV108	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	CRUCE DE INFORM	Necesita actualizacion
33	SAV201	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Sensor de flujo de a	Necesita actualizacion
34	SAV-EAV102	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Reprogramacion de	Necesita actualizacion
35	SAV-EAV103	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Reprogramacion de	Necesita actualizacion
53	SAV-EAV209	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de	Necesita actualizacion
54	SAV-EAV210	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de	Necesita actualizacion
55	SAV-EAV211	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de	Necesita actualizacion
56	VAV101_PARAMET	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Datos inexistentes,	Necesita actualizacion
57	VAV102_PARAMET	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Verificacion de dato	Necesita actualizacion
58	VAV103_PARAMET	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Verificacion de dato	Necesita actualizacion
59	VAV104_PARAMET	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Verificacion de dato	Necesita actualizacion
60	VAV105_PARAMET	BMS	Insight Job			SIEMENS	Insight 3.9.1	B1	Verificacion de dato	Necesita actualizacion
91	BMS	Software Insight	B1, B2			SIEMENS	Insight 3.15	1 y 2	Sistema desactualizado	Se requiere actualizar el sistema y cambiar la PC
93	BMS	AHU 101	B1, F1, F2	AHU 101, T	AHU101_FILTER_P RESSURE	SIEMENS		1	No hay señal	Conectar los puertos desconectados, hacer las conexiones
94	BMS	AHU 102	B1, F1, F2	MEC,TC1-1	AHU102_SA_DUCT STATIC PRES	SIEMENS		1	No hay señal	Conectar los puertos desconectados, hacer para conectar la
95	BMS	AHU 102	B1, F1, F2	MEC,TC1-1	AHU102_SUP_AIR _TEMP	SIEMENS		1	Descalibrado	maquina se programo
96	BMS	AHU 102	B1, F1, F2	MEC,TC1-1	EF102_DUCT_STA TIC PRES	SIEMENS		1	no hay señal/Cableado	conectar los puertos desconectados, hacer las conexiones
110	Sensor de velocidad de aire	SAV-103	Lab. 119		SAV103_PA_VELO CITY	Siemens	QVM62.1	1	Bulbo malogrado	La targeta esta en buenas condiciones,

Elaboración propia

Análisis: Esta tabla de datos de repuestos representa la necesidad de cambio, se analizaron los desperfectos y se realizó una observación para su futuro cambio. Los costos de la inversión económica de repuestos y mano de obra en las instalaciones fueron consideradas.

3.6.3. Plan de mantenimiento interno

3.6.3.1. Planificación de gastos anuales

Para realizar un buen mantenimiento, la clave es una buena planificación del sustento económico, las coordinaciones con los encargados de realizar la obra y finalmente los usuarios. Para esto se desarrolla un plan de acción y lo primero que hay que pensar es en el dinero, los gastos anuales, esto se hace el año anterior.

Tabla n° 10 Planificación de gastos de mantenimiento anual.

<i>i</i>	Mantenimientos programados	Estimado (\$).	Vía	Vendor actual
1	Compra de equipo ups para Iquitos	70 000.00	Competencia	
2	Mantenimiento de sistema de agua helada (chiller, ahus, variadores y bombas)	44 000.00	Sole source	C. Johnson
3	Mantenimiento equipos greenheck de lima e Iquitos (vectores y roof top unit).	42 126.00	Sole source	Saeg
4	Filtros para el sistema de aire acondicionado (hvac)	21 000.00	Competencia	Chiwuaco
5	Mantenimiento del sistema lenel de lima e Iquitos (mantenimiento anual preventivo a cámaras, control de acceso y sistema de perifoneo).	16 000.00	Competencia	Siaproci
6	Mantenimiento de sistema de detección de incendios lima e Iquitos.	11 000.00	Competencia	J Tech
7	Mantenimiento anual a grupo electrógeno de lima (trimestral e incluye repuestos + prueba con banco de carga anual)	10 000.00	Sole source	Ferreyros
8	Mantenimiento anual a planta de agua de lima e Iquitos	9 000.00	Competencia	Aqua
9	Implementación de control de acceso nuevo edificio entomología - Iquitos.	7 000.00	Sole source	Siaproci
10	Mantenimiento anual a grupo electrógeno de Iquitos (trimestral)	5 000.00	Competencia	Orvisa
11	Mantenimiento anual a grupo electrógeno de puerto Maldonado (trimestral)	5 000.00	Competencia	Orvisa
12	Mantenimiento de caldero Bryan del sistema de hvac	5 000.00	Sole source	Vaporteck
13	Mantenimiento de elevador (montacargas) del área de receiving	1 482.40	Competencia	Otis

3.6.3.2. Planificación de mantenimiento anual:

Se elabora un plan de trabajo anual para los supervisores en diferentes áreas del mantenimiento, este plan de trabajo es modificable y es para ver la programación de los días de trabajo y el tiempo que puede demorar, y que no se cruce con otros trabajos de otras áreas o con el mismo personal.

Programacion del mantenimineto anual																														
BUDGET ITEM	CIUDAD	EDIFICIO	AREAS/RAMAS	MAQUINA	DESCRIPTION	ENERO								FEBRERO																
						SEM 04 AL 09	SEM 11 AL 16	SEM 18 AL 23	SEM 25 AL 30	SEM 01 AL 06	SEM 08 AL 13	EMANA DE 15 AL 20	SEM 22 AL 27	SEM 29 AL 03	SEM 05 AL 10	SEM 12 AL 17	SEM 19 AL 24	SEM 26 AL 31												
						L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S
1	LIMA		Diesel System	Diesel pumps	Maintenance (anualmente)																									
1.1	LIMA		Diesel System		Change AHU/EF & Filters																									
1.1.1	LIMA	B1	HVAC System	AHU 101	Filtros bolsa, 6 uni; AHU 101, 20x24x22, Trimestralmente.																									
1.2	LIMA		HVAC System		Pre filtros, 6 uni; AHU 101, 20x24x2, Trimestralmente.																									
1.4	LIMA		Electric System																											
1.4.1	LIMA	B2	Electric System		Maintenance to SE. 10kV																									
1.6	LIMA		Elevator System		Elevator Annual Maintenance																									
1.6.1	LIMA		Incinerator System																											
1.14.1	IQUITOS		Electric System		IQTS - Maintenance to power generator																									
2	IQUITOS		Electric System		IQTS - Replacement batteries																									
2.2.1	IQUITOS		HVAC System																											
2.3	IQUITOS		HVAC System		IQTS - A/C units in Admin, Labs & Entomology																									
2.3.1	IQUITOS		HVAC System		IQTS - A/C units - Casa Callao																									
2.5.2	MALDONADO		Electric System		Pto Maldonado - Repair electrical unit TTA																									
3	MALDONADO		Electric System		Pto Maldonado - Maintenance Power Generator																									
3.1	MALDONADO		HVAC System																											
3.1.1	MALDONADO		HVAC System		Pto Maldonado - A/C units																									

Elaboración propia

Figura n° 23 Planificación de trabajos anuales

Teniendo el mantenimiento anual, podemos planificar nuestro trabajo semanal o mensual, se realiza una tabla Excel por parte de los técnicos, para realizar su trabajo diario. Este puede variar o diferenciarse del plan anual de mantenimiento, ya que es lo real que pasa día a día en el mantenimiento de los técnicos de la empresa o de supervisión a otras empresas contratadas.

i	EQUIPO	Descrip. Trabajo	#EDEF/PISO	AREA	EMPRESA	feb-18																			
						SEM 1 AL 03				SEM 5 AL 10				SEM 12 AL 17				SEM 19 AL 24				SEM 26 AL 28			
						L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V
1	boiler bryan	mant. Prev. me	f1	f1	vaportec																				
2	02-EF-203	MANT. Prev. an	B2-F1	Laborat.BS	saeg																				
2	02-EF-202	MANT. Prev. an	B2-F1	Laborat.Vet	saeg																				
3	02-EF-102	MANT. Prev. an	B1-AZO.	lab. B1-f1-f	saeg																				
4	02-EF-103	MANT. Prev. an	B1-AZO.	LAB. Bsl3	saeg																				
5	11-RTAU-201-1	Mant.prev. C. fa	B11-F1	BIOMEDICA	NAMRU-6																				
6	11-RTAU-201-1	Mant.prev. C. fa	B11-F2	Oficinas.	NAMRU-6																				
7	02-SF-003-1	Mant.Preventiv	B2-Base	GYM	NAMRU-6																				
8	02-EF-119-1	Mant.Preventiv	B2-F1	warehouse	NAMRU-6																				
9	02-EF-119-2	Mant.Preventiv	B2-F1	warehouse	NAMRU-6																				
10	02-EF-118a-1	Mant.Preventiv	B2-F1	Boiler room	NAMRU-6																				
11	02-EF-118a-2	Mant.Preventiv	B2-F1	Boiler room	NAMRU-6																				
12	02-EF-118-1	Mant.Preventiv	B2-F1	FOOD ROOM	NAMRU-6																				
13	02-EF-201-1	Mant.Preventiv	B2-F1	Oficinas.	NAMRU-6																				
14	Medicion de caudal de flujos			veterinaria.	namru-6																				
CRONOGRAMA BOILER BRYAN					CRONOGRAMA MANDTENIMEINTO HAVC IQUITOS																				
1.- 31 Octubre 2017. Inspección mensual.					1.- 11 al 15 Diciembre 2017, 1er. Mantenimiento.																				
2.- 23 al 25 Noviembre 2017 (mantenimiento preventivo a					2.- 19 al 23 Febrero 2018, 2do. Mantenimiento.																				
3.- 14 Diciembre 2017. Inspección mensual.					3.- 16 al 20 Abril 2018, 3er. Mantenimiento.																				
4.- 11 Enero 2018. Inspección mensual.					4.- 16 al 20 Julio 2018, 4to. Mantenimiento.																				
5.- 8 Febrero 2018. Inspección mensual.																									
6.- 8 Marzo 2018. Inspección mensual.																									
7.- 12 Abril 2018. Inspección mensual.																									
8.- 10 Mayo 2018. Inspección mensual.																									
9.- 7 Junio 2018. Inspección mensual.																									

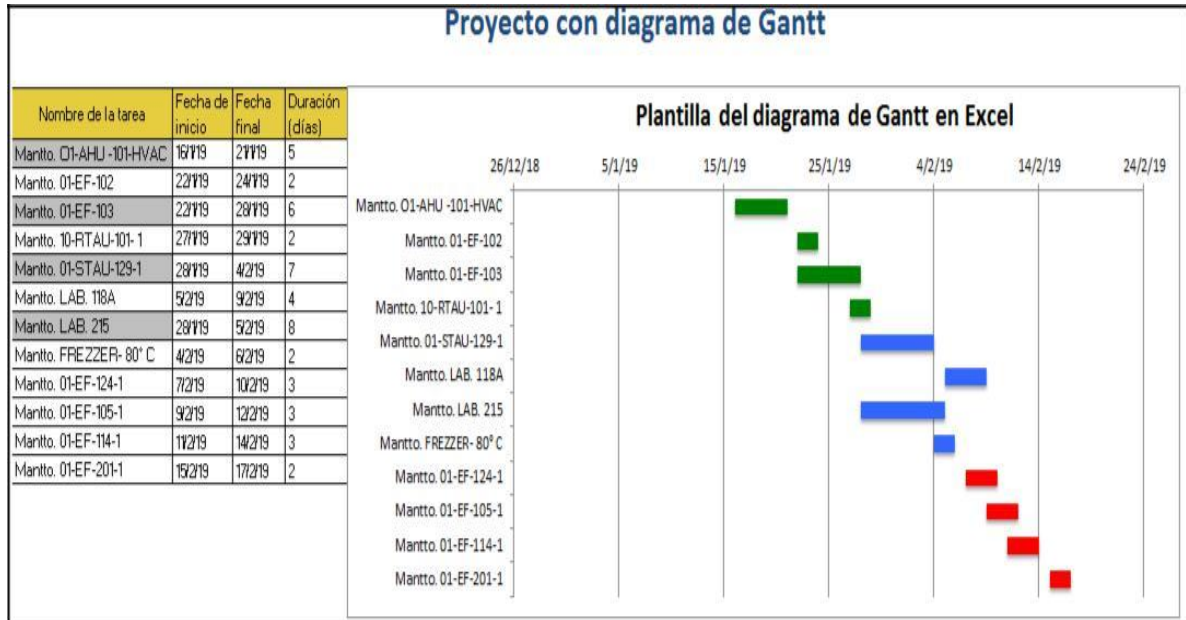
Elaboración propia

Figura n° 24 Mantenimiento semanal/mensual de los técnicos

	Trabajos atrasados del mes pasado
	Días festivos, feriados o de descanso
	Programación de trabajos

Figura n° 25 Leyenda de Planificación de Trabajo

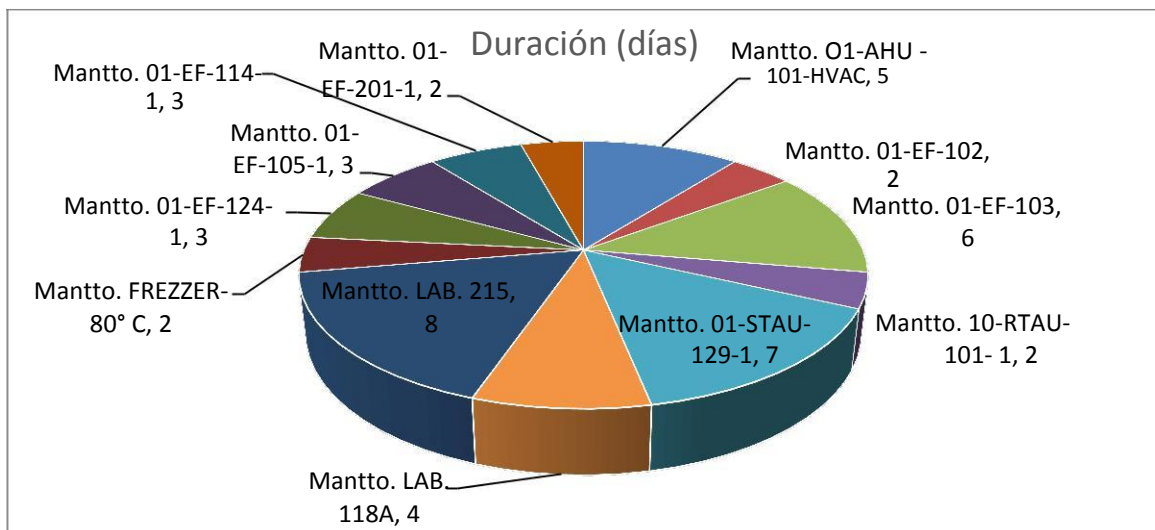
Con nuestra tabla excel de planificación de trabajos, se puede realizar un diagrama Gantt, para mayor control de los días de trabajo.



Elaboración propia

Figura n° 26 Mantenimiento semanal/mensual de los técnicos

El diagrama Gantt se puede transformar en un diagrama circular, para mayor apreciación.



Elaboración propia

Figura n° 27 Mantenimiento semanal y mensual resultado de la planificación de Gantt.

3.6.4. Plan de mantenimiento externo

Cuando los trabajos los realiza un tercero o una contrata. Para estos casos se debe realizar los pedidos de estos bien especificados y que cada técnico en el área respectiva, tenga injerencia en la toma de decisiones para esto. Además, se necesita que estas contratas sean empresas prestigiosas que sepan del trabajo encomendado, esto con la idea de no ser sorprendidos con pequeñas empresas que no tienen el soporte adecuado para ayudarnos ante una emergencia, en este plan de detalla cómo debería de ser las peticiones de estos trabajos y las recomendaciones.

3.6.4.1. Evaluación de los contratistas:

Tabla de evaluación, para realizar trabajos que se realicen con personal ajenos a nuestra empresa. Esto se analiza mediante una calificación de 1 al 5 donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.

Tabla n° 11 Calificación de contratistas.

Nombre de la empresa	JOB KNOWLEDGE, (Conocimiento del trabajo)				
	Muy malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy bueno
ABCD	1		3		5

Nombre de la empresa	REACTION TIME, (Tiempo de reacción)				
	Muy malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy bueno
ABCD	1		3		5

Nombre de la empresa	RELIABILITY, (Confiabilidad)				
	Muy malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy bueno
ABCD	1		3		5

Elaboración propia

La supervisión de estas empresas es en todo momento, para que cumplan con lo estipulado en la memoria descriptiva del trabajo.


Además de eso, tienen que ser representantes de la marca con las que trabajamos.

3.6.4.2. Realización de la memoria descriptiva del trabajo, “scope of work” (SOW, por sus siglas en inglés)

Realización de una hoja descriptiva de trabajo de lo que se necesita, a esto lo llamamos SOW. Para la realización de cualquier trabajo que se desea realizar, se presenta uno, con esto se especifica lo que se necesita. Las supervisiones de estas empresas deben ser en todo momento, los técnicos del área tienen esa responsabilidad de hacer cumplir lo que se pide en la hoja de trabajo, SOW.

SOW DEL MANTENIMIENTO DEL B.A.S. NAMRU - 6, LIMA

**NAVAL MEDICAL RESEARCH CENTER DETACHMENT
HVAC BUILDING AUTOMATION SYSTEM**



I.- Resumen:

Se requiere un contrato de mantenimiento preventivo anual con tres visitas planificadas al Hardware y software del sistema de control automático del edificio (BAS-Building Automation System) de la marca Siemens, software: Insight (SIEMENS INSIGHT WORKSTATION), que es una interfaz para gestionar y controlar las instalaciones del sistema HVAC (Heating, ventilation and air conditioning) y SCI (sistema contra incendio) del edificio. Además, todos los dispositivos electrónicos y eléctricos que estén relacionados con el “BAS” y datos reales.

El contrato de mantenimiento preventivo anual también incluirá la reparación de algún desperfecto del software que no requiera de compra de repuesto. (datos erróneos por error en programación, falso contacto de cables, etc.) Para lo cual se podrá contar con un paquete de horas de visita para reparación con un tiempo mínimo de llegada de atención, durante la duración del contrato. Adicionalmente, el contratista está en el deber de aportar soluciones y mejoras al BAS.

Elaboración propia

Figura n° 28 Memoria descriptiva del trabajo, SOW.

Mantenimiento Automatización BAS y HVAC:

Tabla n° 12 Cotización de mantenimiento del sistema BAS

Ítem	Descripción	Referencia	Cant.	Und.	Precio unitario usd	Precio total usd
	Automatización bms - hvac Namru					
	Mes Uno * Personal técnico para mantenimiento * Ingeniero especialista en HVAC * Field Service para programación de BMS y mejoras en el sistema Insight * Actualización de planos contra incendios	SIEMENS		LB	19 494.53	19 494.53
	Mes Dos * Personal técnico para mantenimiento * Ingeniero especialista en HVAC * Field Service para programación de BMS y mejoras en el sistema Insight * Actualización de planos contra incendios * Protocolos de prueba * Capacitación al personal usuario del cliente	SIEMENS		LB	19 494.53	19 494.53
	Total USD					38 989.06
	Descuento Especial				5%	1 949.45
	Total USD					37 039.61

Elaboración de la empresa Siemens, para Namru 6

Son: Treinta y Siete Mil Treinta y Nueve con 61/100 Dólares Americanos

3.6.4.3. Plan de supervisión anual

La supervisión de los trabajos es muy importante es por eso que se debe realizar periódicamente. Ésta debe de ser por parte de los ingenieros, supervisores y el mismo técnico, debe de darse un tiempo para analizar los trabajos realizados y cómo va el desenvolvimiento de estos. Sea como fuera el caso del progreso del plan de mantenimiento este necesita una supervisión continua, para poder mejorarlo el próximo año. Además, hay trabajos que aparecen como emergencias y no están programados, estos hacen que lo planificado demore más de la cuenta, es allí que tenemos que analizarlo y ponerlo en el nuevo plan modificado y revisado ca da tres meses.

Tabla n° 13 Plan de supervisión anual

PLAN DE SUPERVISION ANUAL							
TRABAJOS	ACCION	TRIMESTRAL				MES PROPUESTO	RESPONSABLES
		T1	T2	T3	T4		
Plan de Mantenimiento Anuales	Preparación	X				Enero	Jefatura de Ingeniería
	Monitoreo		X	X		Junio/setiembre	Supervisión de Ingeniería
	Reporte				X	Diciembre	Supervisión de Ingeniería
Planilla Acciones de Monitoreo	Preparación	X				Enero	Equipo del proyecto
	Gestión	X	X	X	X	Dependiendo de la acción indicada	Equipo del proyecto
Matriz de Riesgos	Preparación	X				Enero	Supervisión de Ingeniería/Foreman
	Reporte/Actualización		X	X	X	Abril-Julio- Noviembre	Supervisión de Ingeniería/Foreman
Documentación ingresada de Reportes	Reporte/Actualización			X		Enero a diciembre	Foreman

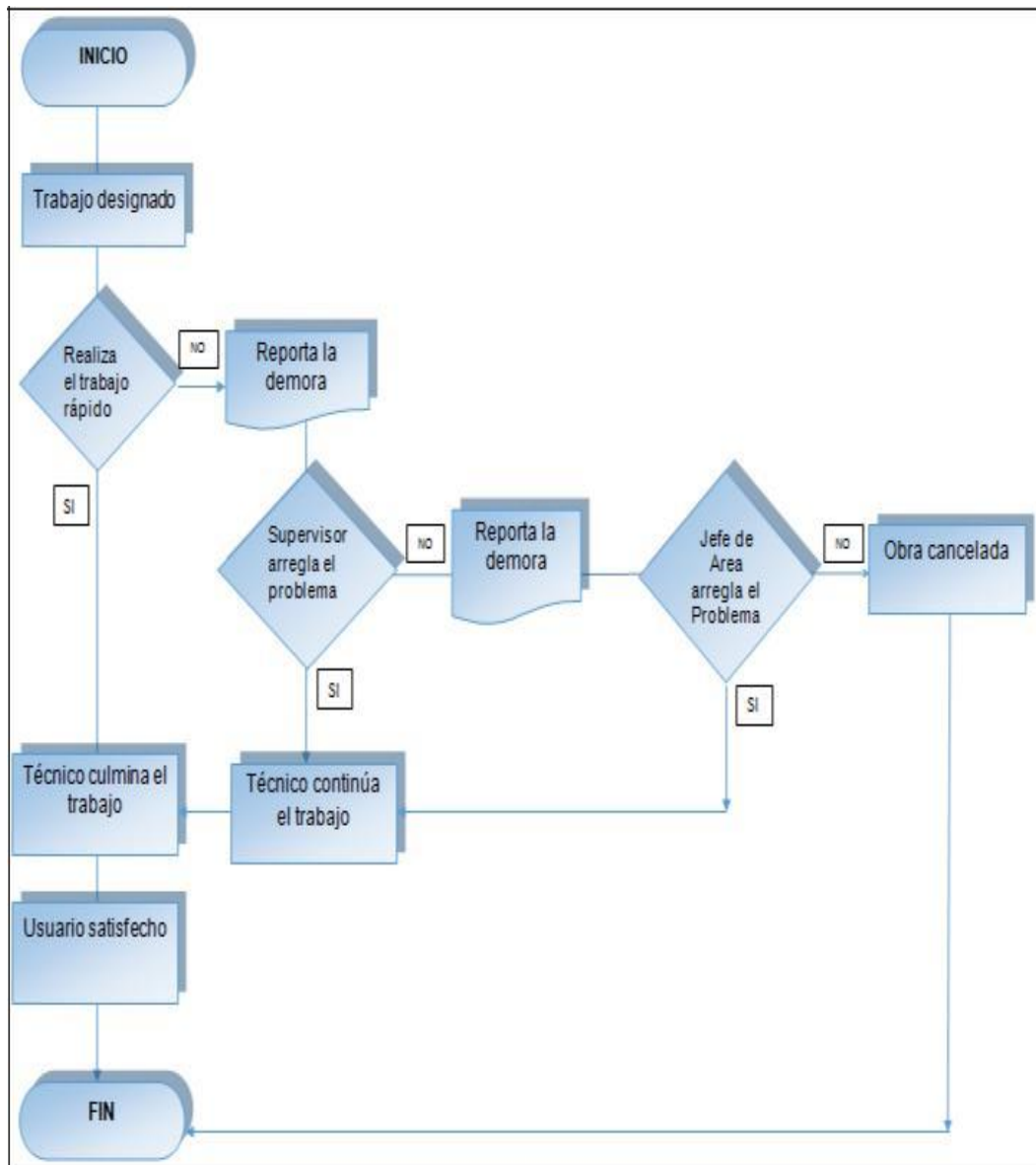
Tabla de supervisión anual, s.f, Recuperado de páginas de internet

3.6.4.4. Tiempo de realización en los trabajos encomendados:

Uno de los problemas que tenemos en la empresa es que, la resolución de los problemas toma mucho tiempo, por varios motivos ajenos muchas veces a los técnicos. Estos problemas deberían ser abordados por los supervisores y tomar acción ante esta demora. El técnico muchas veces no tiene el peso de: modificar, cancelar, advertir, recordar un trabajo para que este pueda acelerar, esta toma de decisión si lo puede hacer un supervisor. La idea de este concepto es pasar la responsabilidad ante una demora de un trabajo a un nivel superior donde sí se pueda tomar decisiones, es por eso que se elabora un plan de acción para que estas demoras se puedan mejorar. Plan de seguimiento de trabajos:

- Primer nivel
 - Técnico u operario
 - Recibe orden de trabajo,
 - Demora de este, por motivos ajenos al proceso de cumplimiento.
 - Realizados por el mismo personal técnico
 - Realizados por una contrata (tercero)
 - Realiza una alerta de ayuda del trabajo estancado
- Segundo nivel
 - Supervisor o encargado
 - Procedimiento para acelerar el trabajo, que está detenido, como cotizaciones, llamadas telefónicas, coordinaciones con otras áreas o cualquier cosa que este demorando por parte del usuario u contratista.
 - Realiza una alerta de ayuda del trabajo estancado
- Tercer nivel
 - Jefe de área
 - Coordina cancelación de trabajos, o cualquier cosa que no pueda hacer los operarios o supervisores de menor nivel.
 - *Para esta operación se necesita mayor jerarquía, para poder ejercer presión a un trabajo que no se quiere cumplir.*
 - Cancelar trabajos que no se desean hacer

Tiempo de realización en los trabajos encomendados con un diagrama de flujo, en el se puede apreciar la rutina que puede llevar un técnico, si no puede resolver un problema de algún trabajo encomendado.



Elaboración propia


Figura n° 29 Plan de seguimiento de trabajos.

3.7. Desarrollo del Objetivo 3

Realizar la Instalación de nuevos dispositivos electrónicos en el sistema BAS, para garantizar el buen funcionamiento, en el sistema HVAC.

Una vez determinado los dispositivos que se necesitaran cambiar, se necesita las cotizaciones de estos. Lo ideal es que si hay varias marcas estos se coticen con los que corresponden, de no haber representantes de las marcas, se cotiza en varias empresas que puedan proporcionarlos.

3.7.1. Lista de dispositivos a comprar:

Lista de Repuestos y Servicios para Cotizar en el HVAC, BMS.												
I	CANT.	EQUIPO	UNIDAD	FABRI CANT E	MODEL	CONSECU ENCIA	OBSERVACI ON	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD	REFERENCIAS DE COTIZACION
								SIEMENS	GRAINGER	JOHNSON CONTROL	SAEG	Precio GRAINGER: https://www.grainger.com/product/SIEMENS-Air-Velocity-Sensor-5WYF1?searchBar=true&searchQuery=QVM62.1
1	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-101	Siemens	QVM62	No se registran datos reales en la pantalla del BAS.	La targeta esta en buenas condiciones , solo falla el bulbo.	\$579.74	\$200.00	\$395.00	\$340.00	Precio GRAINGER: https://www.grainger.com/product/SIEMENS-Air-Velocity-Sensor-5WYF1?searchBar=true&searchQuery=QVM62.1
2	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-103	Siemens	QVM62	No se registran datos reales en la pantalla del BAS.	La targeta esta en buenas condiciones , solo falla el bulbo.	\$579.74	\$200.00	\$395.00	\$445.00	
3	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-104	Siemens	QVM62	No se registran datos reales en la pantalla del BAS.	La targeta esta en buenas condiciones , solo falla el bulbo.	\$579.74	\$200.00	\$395.00	\$445.00	
30	3	Termos tator controlador digital	AHU-101	PRICE	PIC-TS	No controla la temperatura del recinto	Este modelo esta obsoleto, hay que confirmar si se puede comprar los actualizados , sin necesidad	\$300.10	\$250.00	\$350.00	\$245.00	
31	3	Termos tator controlador digital	AHU-201	PRICE	PIC-TS	No controla la temperatura del recinto	Este modelo esta obsoleto, hay que confirmar si se puede comprar los actualizados , sin necesidad	\$300.10	\$250.00	\$350.00	\$245.00	
Total								\$37.092.59	\$11.255.00	\$3.045.00	\$2.960.00	

Elaboración propia

Figura n° 30 Lista de dispositivos a comprar

3.7.2. Lista de stock, para futuros cambios realizados por nosotros mismos.

Además, de las compras de los dispositivos a cambiar, tenemos que tener una lista de estos en stock, para esto se verifica cuáles son los que más fallaron en los años anteriores, esto se puede verificar en los reportes técnicos e informes de los trabajos realizados por los técnicos o por terceros.

REPUESTOS COTIZADOS PARA STOCK SISTEMA HVAC						
ITEM	CANT.	EQUIPO	UNIDAD	ZONA	FABRICANTE	MODELO
29	1	CHILLER_INFO	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
30	1	FEEDBACKS	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.2
31	1	SAV101	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
32	1	SAV108	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
33	1	SAV201	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
34	1	SAV-EAV102	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
35	1	SAV-EAV103	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
60	1	VAV105_PARAMETERS	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
64	1	VAV109_PARAMETERS	BMS	Insight Job	SIEMENS	Insight 3.9.1
109	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-101	Corredor 117	Siemens	QVM62.1
110	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-103	Lab. 119	Siemens	QVM62.1
111	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-104	Lab. 120	Siemens	QVM62.1
137	2	Sensor de temperatura OUTDR	AHU-102	Azotea	Siemens	536-768
138	1	Termostato controlador digital	VAV-101	OF. EX LOBBY	PRICE	
144	2	Control Damper	EF 103	Lab. F1,F2, BSL3	BELIND	AFB24- SR US
145	2	Control Damper	EF 202	Lab. VET.	BELIND	AFB24- SR US
146	1	Control Damper	EF 102	Lab. F1,F2	HONEYWELL	MS7520A2213
147	1	Control Damper	EF 103	Lab. F1,F2, BSL3	HONEYWELL	MS7520A2213
148	1	Control Damper	EF 202	Lab. VET.	HONEYWELL	MS7520A2213
156	2	Termostato controlador digital/analogico	AHU-102	Lab. VET.	SIEMENS	QAA2212.FWSN
157	5	Termostato controlador digital/analogico	AHU-202	Lab. VET.	SIEMENS	QAA2212.FWSN

Elaboración propia

Figura n° 31 Repuestos cotizados para stock

3.7.3. Capacitación de las instalaciones de los dispositivos:

Las Capacitaciones son muy importantes, para el buen funcionamiento de nuestro sistema, ya sea nuestro trabajo: supervisar o arreglar, necesitamos conocimientos de las últimas tecnologías utilizadas en este tema, hay que recordar que el software, herramientas y materiales se actualizan anualmente por sus fabricantes. La tecnología avanza rápidamente y tenemos que estar acorde con el avance tecnológico, ya que contamos con tecnología avanzada para nuestro medio, pero obsoleta a nivel mundial.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

Después de juntar la información a través de historiales, reportes e informes de servicios técnicos, se realizó un plan maestro para poder hacer un análisis del problema. Dentro de este plan, se utilizó las herramientas de ingeniería como los diagrama de Excel, Pareto e Ishikawa, para dar hacer el desarrollo de los objetivos de nuestro estudio.

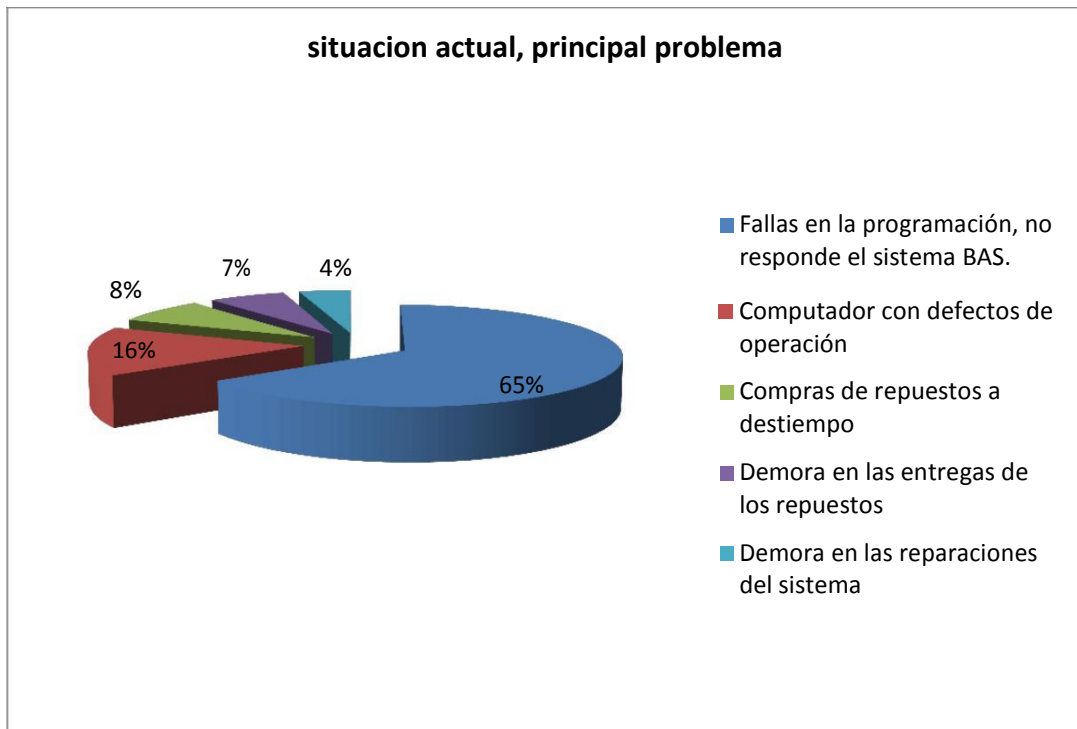
4.1.1. Diagnóstico de la situación Actual de las fallas en la empresa.

Problemas generales de la empresa, en número de días contabilizados durante 12 meses.

Tabla n° 14 Historial de días de fallas anual.

Fallas	N # de Fallas	Semanas Diferentes	Meses Diferentes	Total N# de fallas
Fallas en la programación, no responde el sistema BAS.	5	3	10	150
Computador con defectos de operación	3	2	6	36
Compras de repuestos a destiempo	1	3	6	18
Demora en las entregas de los repuestos	1	3	5	15
Demora en las reparaciones del sistema	1	2	5	10

Elaboración propia



Elaboración propia

Figura n° 32 Días de Falla Durante el Año

Análisis: En lo que respecta a este gráfico, los resultados arrojan que el **65%** de los problemas son específicamente en el software insight 3.9 de siemens, en el sistema BAS/BMS. El otro **16%** son fallas en el computador con desperfectos de operación. El siguiente **8%** es fallas en el tiempo de compras de repuestos, estos pueden ser por demora en el área de compras, pedidos a destiempo, de los técnicos, cotizaciones demoradas, entre otros. Además, hay un **7%** que representa a la demora de entrega de los repuestos, estos son por parte de los proveedores, ya que muchos de estos son importados del extranjero. Finalmente, un **4%** que representa las demoras en las reparaciones. Hay que resaltar que este grafico refleja la situación actual de la institución y se han tomado problemas de manera general para poder centralizarnos en un problema principal, con el resultado del análisis, de este resultado se podrá analizar más afondo las soluciones.

4.1.1.1. Problemas específicos y objetivos a solucionar

Tabla n° 15 Problemas específicos y objetivos a solucionar.

Problemas en el Control del HVAC	Frecuencia
Fallas en el software Insight, sistema BAS	48
Falta de mantenimiento	40
Dispositivos electrónicos malogrados.	18
Mala programación	10
Mala instalación de dispositivos	8
Chiller/Boiler no conectado al BAS/BMS	5
Interrupciones de energía eléctrica	5
Mala hermetización de las puertas en los laboratorios	3
Cambio de presión y temperatura por el tránsito de los usuarios /personal	2
Virus en el sistema	1

Elaboración propia



Elaboración propia

Figura n° 33 Tres problemas y objetivos principales encontrados a resolver.

Análisis: Con los resultados encontrados anteriormente, se realiza un nuevo análisis, pero esta vez centralizado al principal problema. Se tomó como referencia los datos de tres meses de reportes técnicos de fallas, se enumera las más representativas. El **34%** representa Fallas en el software Insight, esto quiere de que las fallas mayormente son en el programa computarizado, este requiere una actualización, ya que la versión que tenemos ya está desactualizada, para hacerle mantenimiento.

El otro **29%** representa a la falta de mantenimiento del sistema en general, ya sea de software, hardware o de dispositivos electrónicos o mecánicos. El siguiente **13%** dispositivos eléctricos malogrados, la renovación de estos es muy importante sin estos la actualización del software solo me daría alertas de problemas. Finalmente estos serían los tres objetivos:

Objetivo específico 01:

Realizar la migración del software insight 3.9 a Desigo CC 2.1, con la finalidad de controlar, supervisar y obtener datos verídicos en la estación computarizada de trabajo.

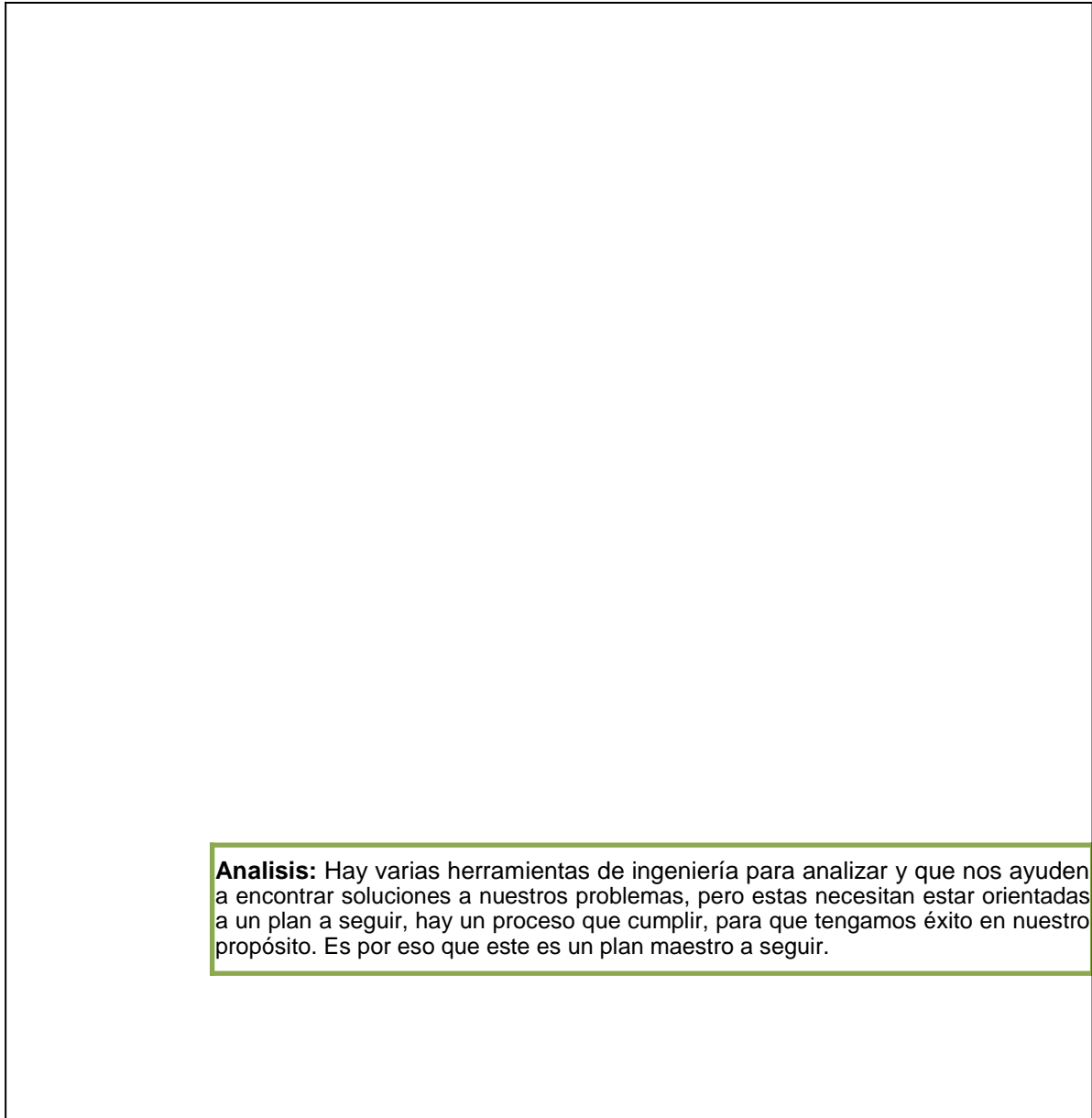
Objetivo específico 02:

Realizar un diagnóstico de los equipos, para crear un plan de mantenimiento programado de trabajos periódicos durante el año, para el buen funcionamiento del sistema BAS.

Objetivo específico 03:

Realizar la Instalación de nuevos dispositivos electrónicos en el sistema BAS, para garantizar un buen funcionamiento del sistema HVAC.

4.1.1.2. Desarrollo y solución, plan maestro a seguir.



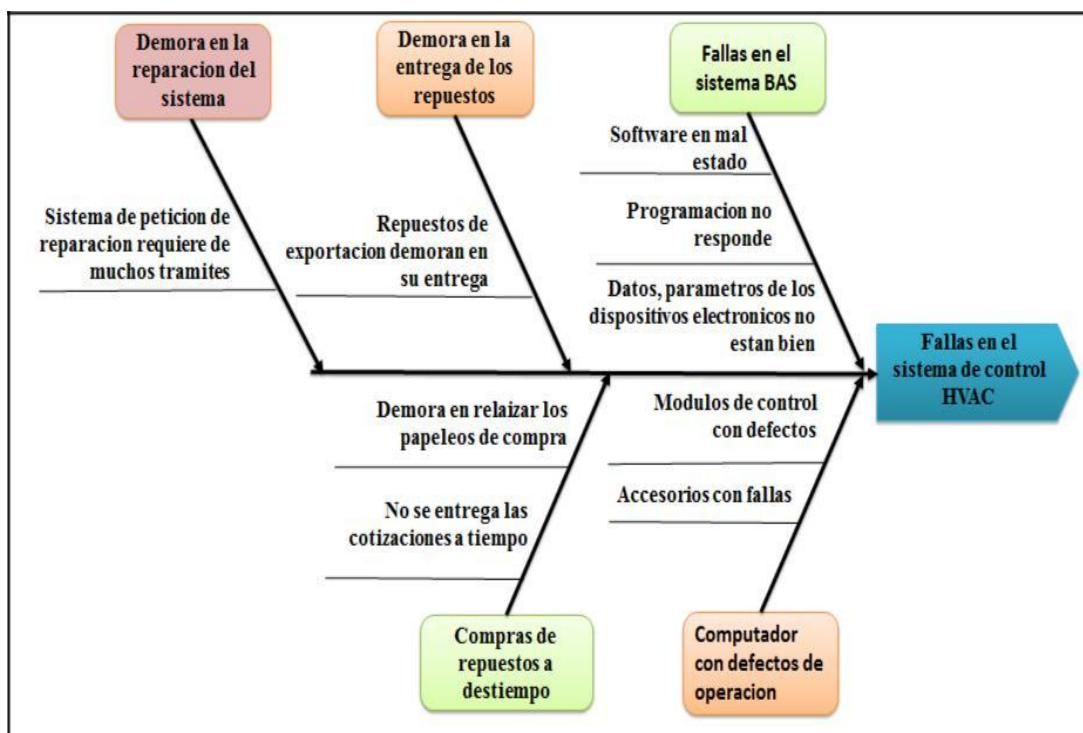
Elaboración propia

Figura n° 34 Plan maestro a seguir

4.1.2. Resultados del primer objetivo.

Realizar la migración del software insight 3.9 a Desigo CC 2.1, con la finalidad de controlar, supervisar y obtener datos verídicos en la estación computarizada de trabajo.

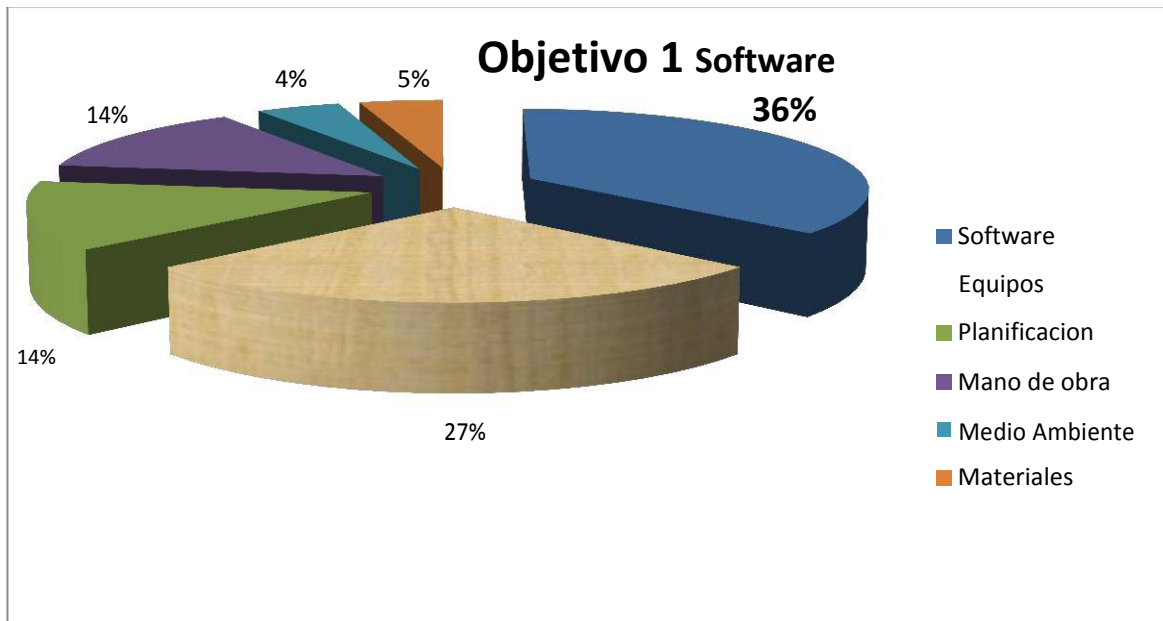
Se efectúa una lluvia de ideas y se realiza un diagrama de Ishikawa, basado en el tipo 6M, con esto se consigue visualizar las causas de nuestro problema a resolver. Teniendo en cuenta que por los reportes técnicos también nos brinda esta información.



Elaboración propia

Figura n° 35 Análisis de Ishikawa del problema

Luego del diagrama de Ishikawa, se elaboró una tabla excel, para poder ordenar mejor los problemas relacionados al mal funcionamiento del Insight de Siemens, al final se realizó un diagrama circular y poder ver con más claridad el problema.



Elaboración propia

Figura n° 36 Primer Objetivo a Resolver, Software.

Análisis: Nuestro diagrama, se puede ver que no es posible mejorar nuestro problema con el software de siemens, solucionando solo este problema, esto porque el porcentaje de fallas en otras áreas también son importantes. Tenemos que hacer un conjunto de soluciones que al final ayudarán a mejorar el problema principal. Hay que recordar que estamos hablando de un sistema de automatización, esto involucra a muchas partes, las cuales unas son más importantes que otras, pero una sola no puede trabajar sin ayuda de los otros componentes.

Se cotizo la migración, ya que el mantenimiento de este no puede generarse por ser nuestro software obsoleto, nosotros tenemos la versión insight 3.9 y el actual es Desigo CC 2.1.

En la actualidad la empresa Siemens ya no trabajo con el software insight y ha migrado al Desigo, CC 2.1, es por eso que nuestra cotización es a esa plataforma.

4.1.2.1. Costo beneficio.

En este caso, esta inversión se hace para proteger dos importantes cosas:

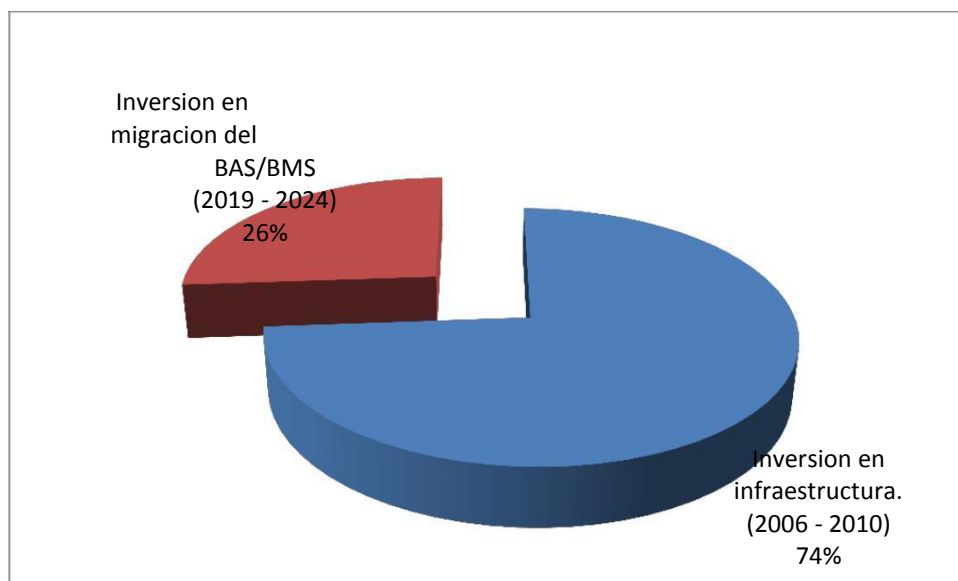
- La calidad de las investigaciones, (No tenemos ganancias económicas).
- Proteger la inversión de la infraestructura en el HVAC., gastos realizados para la implementación del HVAC. En los años anteriores.

Los costos son los siguientes:

Tabla n° 16 Beneficio Costo

Beneficio Infraestructura.(2006 2011)	Costo Migración del BAS(2019 - 2024)
1 402 920.00	496 100.00

(Flujo de caja, ver tabla n° 8)



Elaboración propia

Figura n° 37 Inversión económica

Análisis: El costo de la migración es de \$496 100.00 dólares, por cinco años, está incluido un 20% más por nuestra parte en la petición del dinero anual, para cubrir otros gastos inesperados. Se realizó el costo beneficio \$ 2.08 (ver figura n°19 y anexo: 13), este proyecto es beneficioso para la institución, ya que somos una Misión sin fines de lucro y el dinero que ingresa es subvencionado por el Gobierno Americano. Esto es para investigación medicinal dedicada al avance científico para la ayuda en enfermedades sin cura o nuevas que están saliendo. Además las investigaciones que se protegen y su infraestructura son demasiado valiosas, para la Misión.

4.1.3. Resultados del segundo objetivo.

Realizar un diagnóstico de los equipos para crear un plan de mantenimiento programado de trabajos periódicos durante el año, para el buen funcionamiento del sistema BAS.

4.1.3.1. Planificación de gastos anuales.

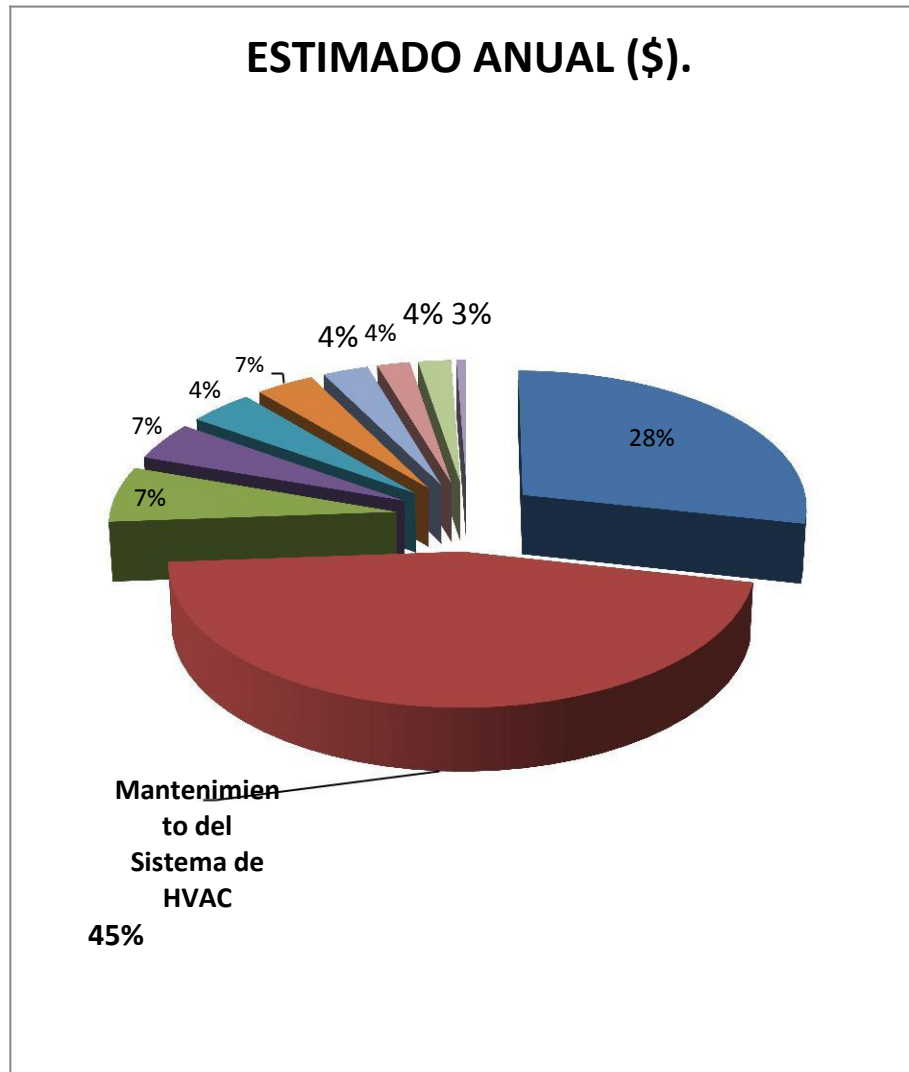
Análisis: Para realizar un buen mantenimiento se tiene que planificar los gastos económicos durante todo el año, para diferentes áreas, en nuestro caso nos interesa el mantenimiento del sistema HVAC, para eso se hizo esta tabla que simplifica de manera práctica este proceso.

Tabla n° 17 Planificación de gastos anuales de mantenimiento

MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS	ESTIMADO ANUAL (\$).
Compra de equipo UPS para Iquitos	70,000.00
Mantenimiento del Sistema de HVAC	112,126.00
Mantenimiento del sistema LENEL de Lima e Iquitos (Mantenimiento anual preventivo a cámaras, control de acceso y sistema de perifoneo).	16,000.00
Mantenimiento de sistema de detección de incendios LIMA e IQUITOS.	11,000.00
Mantenimiento Anual a Grupo Electrónico de Lima (trimestral e incluye repuestos + prueba con banco de carga anual)	10,000.00
Mantenimiento anual a planta de agua de Lima e Iquitos	9,000.00
Implementación de Control de Acceso Nuevo Edificio Entomología - IQUITOS.	7,000.00
Mantenimiento Anual a Grupo Electrónico de Iquitos (trimestral)	5,000.00
Mantenimiento Anual a Grupo Electrónico de Puerto Maldonado (trimestral)	5,000.00
Mantenimiento de Elevador (montacargas) del área de receiving	1,482.40

Elaboración propia

Luego de Planificación de gastos anuales de mantenimiento, se realiza un diagrama circular para poder apreciar mejor el gasto anual en el sistema HVAC.



Elaboración propia

Figura n° 38 Planificación de gastos anuales de mantenimiento

4.1.3.2. Planificación de mantenimiento anual:

Análisis: Elaboración de un plan de trabajo anual y este tiene que ser supervisado mensualmente o cuando se crea conveniente, los tiempos pueden variar, ya que los trabajos pueden variar, porque muchas veces se trabaja con contratistas que postergan los trabajos o los propios técnicos de la misión, postergan por temas de tiempo

Programación del mantenimiento anual						ENERO												FEBRERO																																									
BUDGET ITEM	CIUDAD	EDIFICIO	AREAS/RAMAS	MAQUINA	DESCRIPTION	SEM 04 AL 09				SEM 11 AL 16				SEM 18 AL 23				SEM 25 AL 30				SEM 01 AL 06				SEM 08 AL 13				SEM 15 AL 20				SEM 22 AL 27																									
1	LIMA		Diesel System	Diesel pumps	Maintenance (anualmente)	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
1.1	LIMA		Diesel System		Change AHU/EF & Filters																																																						
1.1.1	LIMA	B1	HVAC System	AHU 101	Filtros bolsa, 6 uni; AHU 101, 20x24x22, Trimestralmente.																																																						
1.2	LIMA		HVAC System		Pre filtros, 6 uni; AHU 101, 20x24x2, Trimestralmente.																																																						
1.4	LIMA		Electric System																																																								
1.4.1	LIMA	B2	Electric System		Maintenance to SE. 10kV																																																						
1.6	LIMA		Elevator System		Elevator Annual Maintenance																																																						

Elaboración propia

Figura n° 39 Programación de mantenimiento anual

i	EQUIPO	Descrip. Trabajo	#EDEF/ PISO	AREA	EMPRESA	feb-18																															
						SEM 1 AL 03			SEM 5 AL 10			SEM 12 AL 17			SEM 19 AL 24			SEM 26 AL 28																			
						L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S	L	M	J	V	S							
1	boiler bryan	mant. Prev. me	f1	f1	vaportec																																
2	02-EF-203	MANT. Prev.an	B2-F1	Laborat.BSI	saeg																																
3	02-EF-202	MANT. Prev.an	B2-F1	Laborat.Vet	saeg																																
4	02-EF-102	MANT. Prev.an	B1-AZO.	lab. B1-f1-f	saeg																																
5	02-EF-103	MANT. Prev.an	B1-AZO.	LAB. Bsl3	saeg																																
6	11-RTAU-201-1	Mant.prev. C.fa	B11-F1	BIOMEDICA	NAMRU-6																																
7	11-RTAU-201-1	Mant.prev. C.fa	B11-F2	Oficinas.	NAMRU-6																																
8	02-SF-003-1	Mant.Preventiv	B2-Base	GYM	NAMRU-6																																
9	02-EF-119-1	Mant.Preventiv	B2-F1	warehouse	NAMRU-6																																
10	02-EF-119-2	Mant.Preventiv	B2-F1	warehouse	NAMRU-6																																
11	02-EF-118a-1	Mant.Preventiv	B2-F1	Boiler room	NAMRU-6																																
12	02-EF-118a-2	Mant.Preventiv	B2-F1	Boiler room	NAMRU-6																																
13	02-EF-118-1	Mant.Preventiv	B2-F1	FOOD ROOM	NAMRU-6																																
14	02-EF-201-1	Mant.Preventiv	B2-F1	Oficinas.	NAMRU-6																																
14	Medicion de caudal de flujos			veterinaria.	namru-6																																
CRONOGRAMA BOILER BRYAN						CRONOGRAMA MANDTENIMEINTO HAVC IQUITOS																															
1.- 31 Octubre 2017. Inspección mensual.						1.- 11 al 15 Diciembre 2017, 1er. Mantenimiento.																															

Elaboración propia

Figura n° 40 Programación de mantenimiento semanal

Análisis: Esta tabla es básicamente de uso de los técnicos y los trabajos pueden varias de acuerdo al tiempo.

4.1.3.3. Plan de supervisión Anual.

PLAN DE SUPERVISION ANUAL							
TRABAJO	ACCION	TRIMESTRAL				MES PROPUESTO	RESPONSABLES
		T1	T2	T3	T4		
Plan de Mantenimiento Anuales	Preparación	X				Enero	Jefatura de Ingeniería
	Monitoreo		X	X		Junio/setiembre	Supervisión de Ingeniería
	Reporte				X	Diciembre	Supervisión de Ingeniería
Planilla Acciones de Monitoreo	Preparación	X				Enero	Equipo del proyecto
	Gestión	X	X	X	X	Dependiendo de la acción indicada	Equipo del proyecto
Matriz de Riesgos	Preparación	X				Enero	Supervisión de Ingeniería/Foreman
	Reporte/Actualización		X	X	X	Abril-Julio- Noviembre	Supervisión de Ingeniería/Foreman
Documentación ingresada de Reportes	Reporte/Actualización			X		Enero a diciembre	Foreman

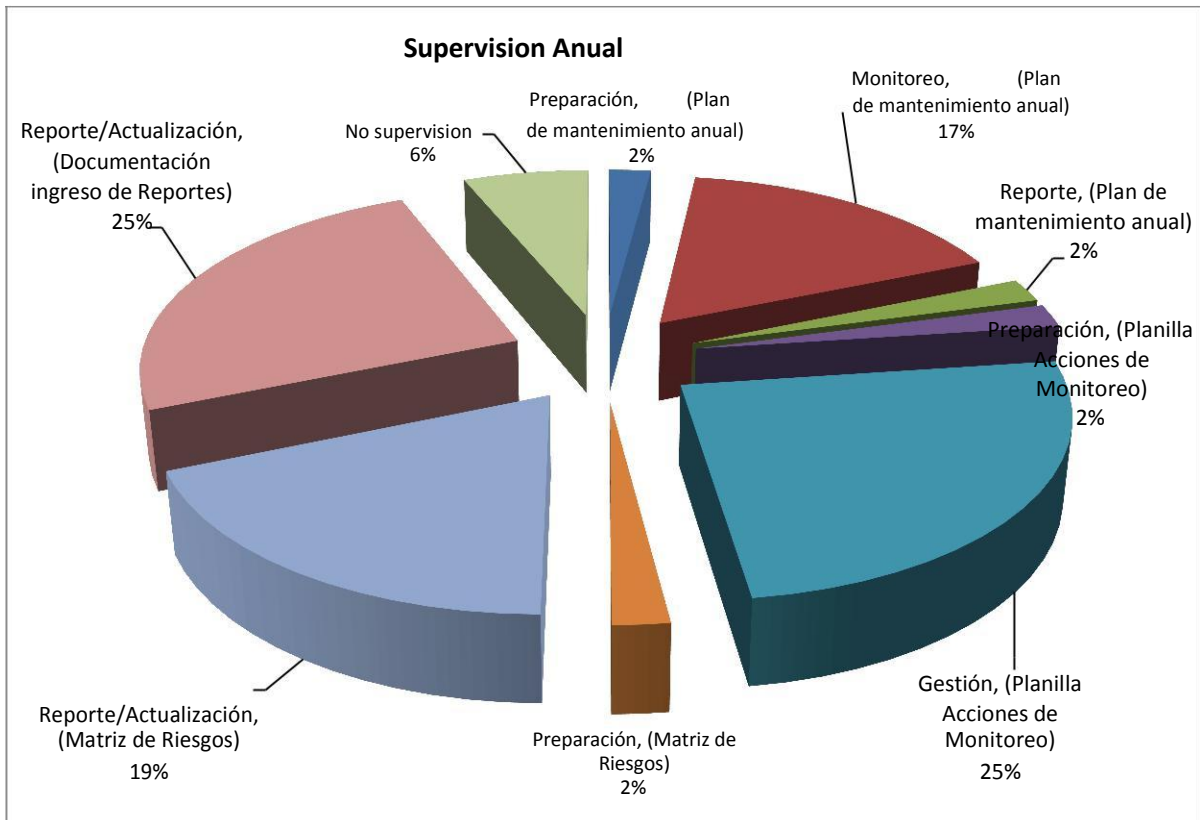
Extraído de páginas web, (s.f)

Figura n° 41 Plan de supervisión anual

Análisis: durante el año se planifica la supervisión de los trabajos que debe cumplir un supervisor en diferentes áreas.

Así sucesivamente todas las secuencias de supervisión en diferentes áreas. Con esto se consigue que el supervisor esté atento a los controles de los trabajos y tenga un mayor rendimiento en sus labores. Esta tabla propuesta puede varias en forma y tiempo de ejecución, la idea es al final cumplir con todos los trabajos durante el año.

Cada periodo se debe de modificarse, según el historial de acción de años pasados, de igual forma las demás que se han mencionado, esto mejorara la acción de trabajo para el próximo año.



Elaboración propia

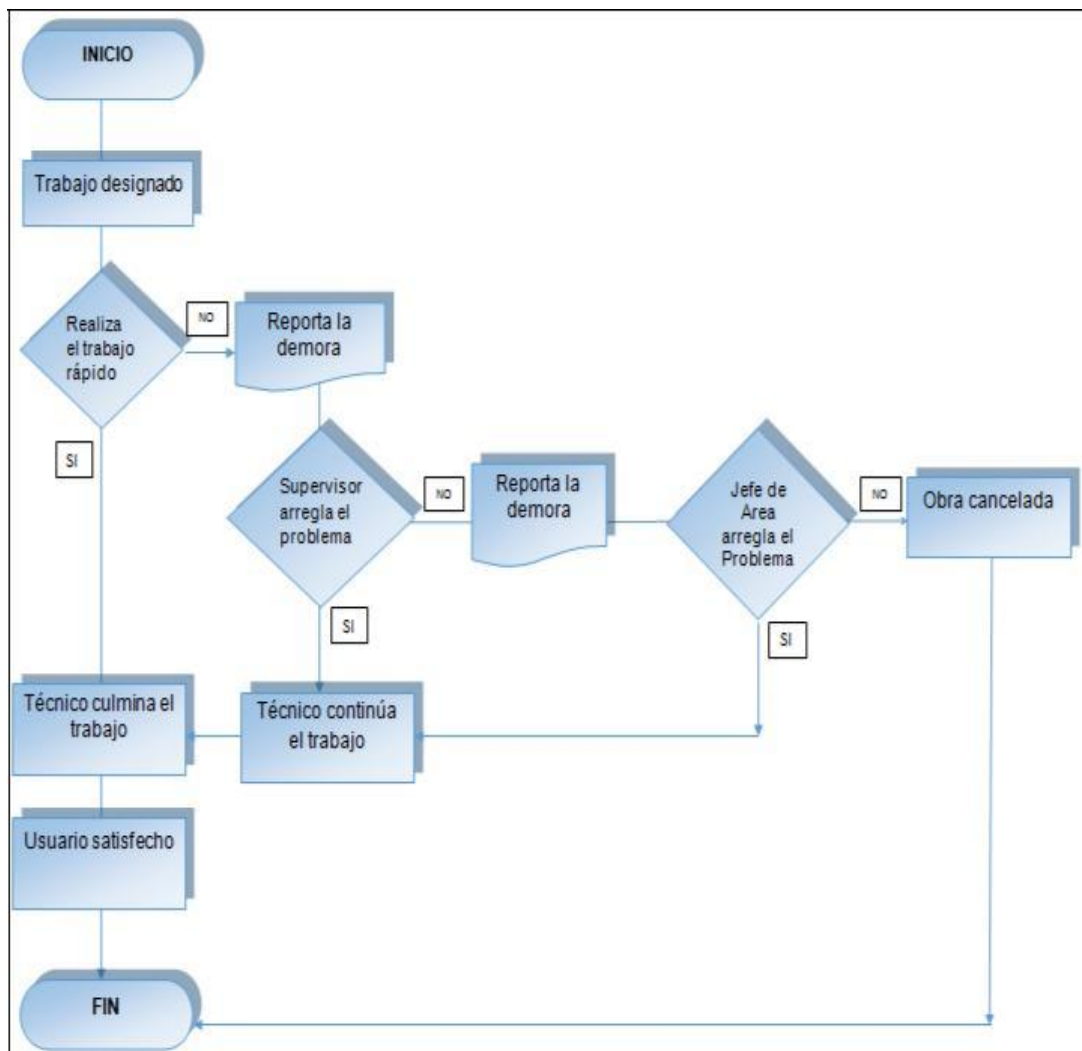
Figura n° 42 Supervisión Anual

Análisis: Esta grafico nos indica el tiempo ideal que ocupa el supervisor en sus quehaceres, durante todo el año, solo tiene un seis por ciento (6%) que ocupa su tiempo en trabajos de otra índole.

El 25% se dedica a gestionar y/o a reportes. Un 19 % a reportes de seguridad, un 17% a monitoreo, luego un 2% entre preparación del plan anual y/o la matriz de riesgo.

4.1.3.4. Tiempo de realización en los trabajos encomendados

Análisis: Este proceso es netamente técnico, demuestra nuestro trabajo cuando realizamos una tarea. El flujograma refleja cómo debe de ser la acción de los técnicos y los supervisores ante un problema de demora. Este se debe de solucionar lo más pronto posible. Cuando un técnico tenga una demora que no depende de él solucionarlo, debe de avisar a su supervisor, para que este le facilite el trabajo. Para ver el proceso de la empresa ver anexo 1.



Elaboración propia

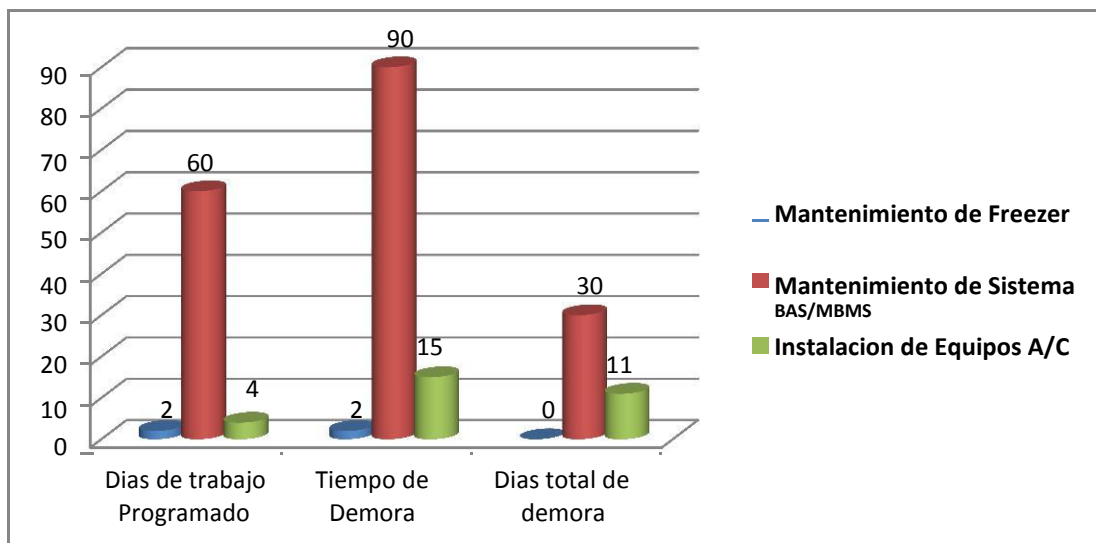
Figura n° 43 Mejora en la rapidez del Trabajo

4.1.3.5. Días de demora de trabajo

Tabla n° 18 Días de demora de trabajo

Actividades	Días de trabajo Programado	Tiempo de Demora	Días total de demora
Mantenimiento de Freezer	2	2	0
Mantenimiento de Sistema BAS/MBMS	60	90	30
Instalación de Equipos A/C	4	15	11

Elaboración propia



Elaboración propia

Figura n° 44 Días de demora de trabajo

Análisis: En el gráfico se aprecia la diferencia de días utilizados para las tareas. El primer grupo de columnas, en el color azul refleja los días programados de la tarea, el segundo grupo de columnas en el mismo color refleja el tiempo de demora y el tercer grupo los días en exceso utilizados por el trabajo. Esto quiere decir que el tercer grupo de columnas se visualiza los días demorados en las tareas encomendadas.

4.1.4. Resultados del tercer Objetivo.

Realizar la instalación de nuevos dispositivos electrónicos en el sistema BAS, para garantizar el buen funcionamiento del sistema HVAC.

4.1.4.1. Lista de Repuestos

Lista de Repuestos y Servicios para Cotizar en el HVAC, BMS.										
i	CANT.	EQUIPO	UNIDAD	ZONA	NOMBRE DEL PUNTO	FABRICA-	MODELO	BUILDING	DESPERFECTO	OBSERVACION
48	1	SAV-EAV204	BMS	Insight Job		SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de parametros y verificaciones de sensores de flujos malogrados, requiere estrategias de control.	Necesita actualizacion de datos
49	1	SAV-EAV205	BMS	Insight Job		SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de parametros y verificaciones de sensores de flujos malogrados, requiere estrategias de control.	Necesita actualizacion de datos
50	1	SAV-EAV206	BMS	Insight Job		SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de parametros y verificaciones de sensores de flujos malogrados, requiere estrategias de control.	Necesita actualizacion de datos
51	1	SAV-EAV207	BMS	Insight Job		SIEMENS	Insight 3.9.1	B2	Reprogramacion de parametros y verificaciones de sensores de flujos malogrados, requiere estrategias de control.	Necesita actualizacion de datos

Elaboración propia

Figura n° 45 Repuestos cotizados para comprar y de stock

Se realiza una lista de repuestos, para su futura compra. Esto implica cotizaciones y comparaciones con los proveedores, los cuales nos ofrecen la mejor oferta en precios, de los cuales tenemos que escoger.

Lista de Repuestos y Servicios Cotizados en el HVAC, BMS.											
i	CANT.	EQUIPO	UNIDAD	FABRI CANT E	MODEL	CONSECU ENCIA	OBSERVACI ON	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO UNITARIO USD
								SIEMENS	GRAINGER	JOHNSON CONTROL	SAEG
1	1	Sensor de velocidad de aire	SAV-101	Siemens	QVM62	No se registran datos reales en la pantalla del BAS.	La targeta esta en buenas condiciones , solo falla el bulbo.	\$579.74	\$200.00	\$395.00	\$340.00
30	3	Termos tato controlador digital	AHU-101	PRICE	PIC-TS	No controla la temperatura del recinto	Este modelo esta obsoleto, hay que confirmar si se puede comprar los actualizados , sin necesidad	\$300.10	\$250.00	\$350.00	\$245.00
31	3	Termos tato controlador digital	AHU-201	PRICE	PIC-TS	No controla la temperatura del recinto	Este modelo esta obsoleto, hay que confirmar si se puede comprar los actualizados , sin necesidad	\$300.10	\$250.00	\$350.00	\$245.00
Total								\$37,092.59	\$11,255.00	\$3,045.00	\$2,960.00

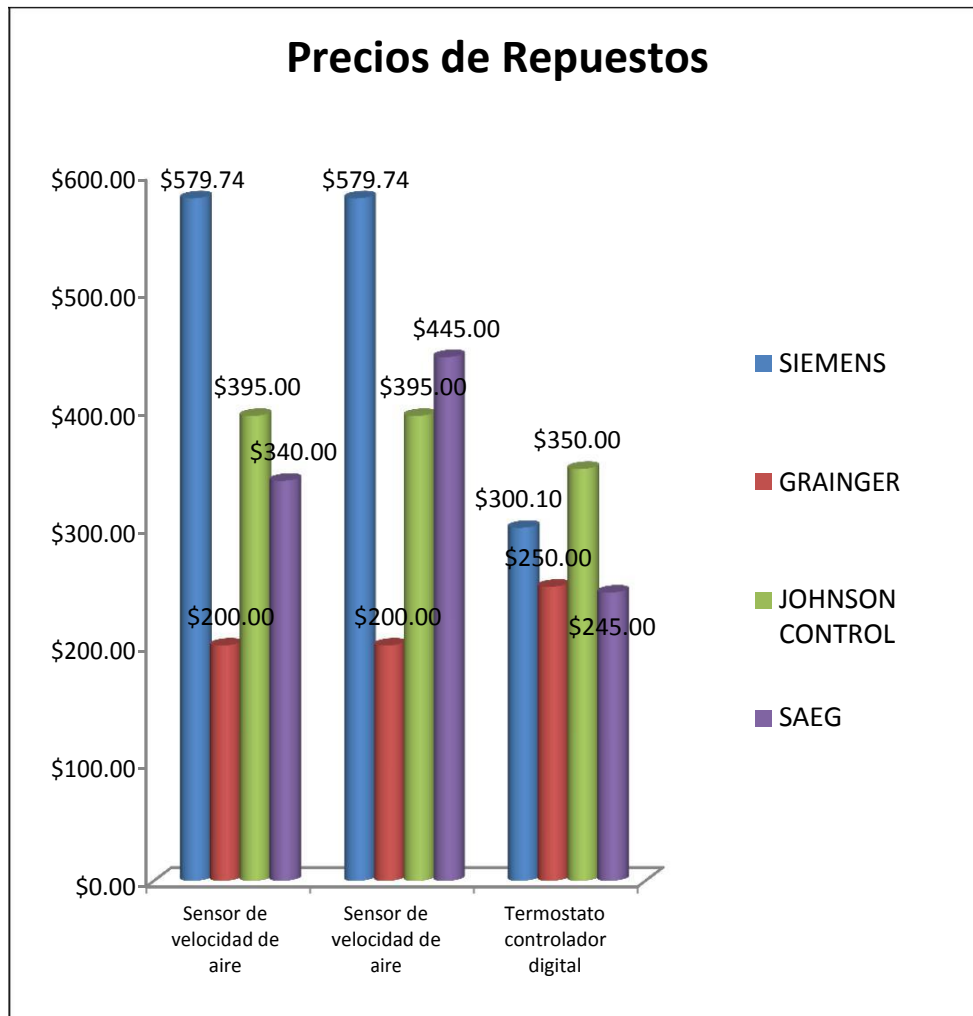
Elaboración propia

Figura n° 46 Repuestos cotizados para comprar y de stock

Se realiza una lista de repuestos a comprar y de stock, esto se puede observar en el historial de los reportes de dispositivos malogrados. Además, de las comprar de los dispositivos a cambiar, tenemos que tener una lista de estos en stock.

4.1.4.2. Lista de Cotizaciones de Repuestos

Se cotizó repuesto de diferentes empresas que comercializan la misma marca y otras que tienen otras marcas, pero con las mismas características.



Elaboración Propia

Figura n° 47 Precios de Repuestos

4.1.4.3. Capacitación del funcionamiento del sistema en general.

Este es un tema muy importante, pero con muy poca acogida a nivel técnico. Tenemos máquinas de última generación a nivel nacional, pero obsoletos a nivel internacional, aun así, no tenemos las capacitaciones suficientes, para poder dominar el tema de las automatizaciones. Las actualizaciones de los dispositivos electrónicos (las marcas) las hacen alrededor de dos años, pasando este tiempo ya salen nuevas versiones y nuevas tecnologías y pasan a ser discontinuados en su serie de fabricación.

4.1.5. Análisis FODA

Tabla n° 19 Análisis FODA.

FACTORES EXTERNOS FACTORES INTERNOS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participación activa en las nuevas tecnologías en la automatización. 2. Preferencia por los consumidores, por la calidad de sus servicios. 3. Capacitación del personal en las nuevas tecnologías. 4. Posibilidad de convenios y servicios. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Tecnología no encontrada en el mercado nacional. 6. Precios altos de las nuevas tecnologías de automatización. 7. No hay servicio post venta. 8. Las actualizaciones y/o migraciones de las tecnologías son <u>mas</u> periódicas.
FORTALEZAS	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA FA
<ol style="list-style-type: none"> 9. Contacto directo con los proveedores. 10. Cultura de utilizar la tecnología de última generación. 11. Disposición a los cambios de tecnologías. 12. Apoyo de la directiva a las inversiones sobre tecnología. 13. Alto compromiso por parte de la gerencia hacia la calidad del servicio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de nuevos proyectos acorde con la tecnología actual. 2. Fomentar intercambio cultural con los nuevos sistemas de automatización. 3. Invertir en nuevas tecnologías que salen al mercado internacional 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer mecanismos de comunicación entre vendedores de las nuevas tecnologías a fin de garantizar la atención después de la venta. 2. Promover la necesaria gestión del departamento para lograr un servicio de calidad ante los distribuidores.
DEBILIDADES	ESTRATEGIA DO	ESTRATEGIA DA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de conocimiento de las tecnologías usadas. 2. Falta experiencia en el uso de nuevas tecnologías. 3. Intervención de personal no idóneo, para solucionar los problemas. 4. Falta de motivación del personal a conocer nuevas tecnologías. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar las alianzas y grupos de atención de los proveedores, a fin de garantizar condiciones ventajosas en los servicios. 2. Realizar convenios con las distribuidoras de las tecnologías, para las capacitaciones del personal. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear acuerdos con los proveedores a fin de minimizar los tiempos de espera de las entregas de los productos. 2. Incentivar la incorporación de nuevos productos y servicios requeridos por nosotros.

A. FODA, 2008, Recuperado de Loggiodice.Z

4.2. CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis y se propuso soluciones para el primer objetivo con herramientas de ingeniería para la migración del software Insight 3.9 a Desigo CC 2.1, ambos de la marca Siemens. Se desarrolló un plan de: Cotizaciones, económico, mantenimiento y de repuestos, para dar solución de manera óptima.
- Se ha implementado un plan de mantenimiento de varios niveles para el segundo objetivo, tanto para ingenieros, supervisores y operarios. Con esto se propone la mejor conexión de trabajo, para una mejor coordinación.
- Se elaboró un diagnóstico de los equipos para el tercer objetivo y se creó una lista de cotizaciones para los repuestos del sistema BAS. Para esto se hizo un plan económico, técnico, para sustentar el cambio de los dispositivos electrónicos, eléctricos.

El vínculo de las tres propuestas de mejora en los objetivos, posteriormente traería beneficios en cuanto a la operación de los equipos las 24 horas sin interrupciones. Además, el sistema trabajaría al 100% todos los días en efectividad y tiempo de trabajo en todo el año. En la actualidad solo trabaja efectivamente el 66% y un 44.7% de trabajo en todo el año. También, por cada 47 horas se presenta una falla consecutivamente y demora 24 horas la reparación del sistema en su totalidad, después de un fallo. Finalmente el resultado del costo beneficio es favorable, \$2.08. Tenemos una ganancia de \$1.08, por dólar invertido, esto significa que al ser positivo el proyecto es rentable.

4.3. RECOMENDACIONES

- Para que este proyecto se realice de buena manera, se recomienda actualizar en la medida que se pueda el cambio de hardware (controladores, MEC, etc.), estos ya están pasando a ser obsoletos, En la actualidad solo trabaja efectivamente el 66% y un 44.7% de trabajo en todo el año. También, por cada 47 horas se presenta una falla consecutivamente y demora 24 horas la reparación del sistema.
- Realizar los cambios de repuestos en su totalidad. Haciendo este cambio por dispositivos nuevos el costo sería alrededor de \$ 55 700, frente a un costo de valor en las investigaciones medicinales de \$1 402,920.00, esto como referencia en costos iniciales de maquinarias que se mantienen en los laboratorios.
- Es necesario contar con el apoyo de la gerencia y el compromiso de todos los operarios.
- Poner en marcha el plan de mantenimiento propuesto comprendido entre los supervisores y operarios. Esto agilizaría el trabajo en un 50% si se sigue el flujo propuesto de acciones en el trabajo. Además, de una mejora en la comunicación.
- Se sugiere tener adiestramiento técnico, para el buen funcionamiento del sistema BAS, esto se logra con capacitaciones interna o externas de instituciones especializadas en el tema. Las capacitaciones están alrededor de \$ 2000, frente al valor de las máquinas no hay comparación en los beneficios que tendríamos.
- Retroalimentar los planes de mantenimiento periódicamente, estos son maleables y modificables.
- Calificar a la empresa que nos dará el servicio de manera económica y de servicio de calidad, a final debe de ofrecer un servicio post venta.

REFERENCIAS

Almaxhydraulics, (2017), México, recuperado de:
http://www.parkercdmx.mx/cilindros_hidraulicos_parker.html , Foto de sensores.

Academy, (2015), recuperado de: <http://www.plcademy.com/siemens-s7-200/> ; Foto de PLC

Alcocer y Torres (2013). Grado de adherencia del personal del equipo quirúrgico a las buenas prácticas para la seguridad quirúrgica del paciente en el Hospital Guillermo Almenara, agosto – diciembre. Tesis para optar el grado título de especialista de enfermería en centro quirúrgico. Universidad Peruana Unión.

Benito-Hernández, S. (Diciembre 2009) Sector de la fabricación de productos farmacéuticos en España representación de las empresas de participación en la industria

Blancas, M. (s.f) Automatización Industrial. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/maauuriiciiio/automatización-industrial-completo>)

Camayo Vivanco, J. (2011). Efectos de la Automatización Industrial en las Relaciones Laborales de las empresas manufactureras de la Región Callao en el año 2011, mediante el sistema de Gestión de Calidad ISO 9000. Informe Final. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Lima Perú

Crespo Fernández y Hijicos, S. (2017) Libro Diseño e implementación de un BMS de baterías Li-ion modular. Universidad de Alcalá. Escuela politécnica superior.

Diprosol, (2015), Lima, Perú, recuperado de: http://www.diprosol.com.pe/04marcas_sense.html , Foto de sensores.

El Reportero Industrial. “Evolución de la automatización Industrial”. (s.f.). Recuperado de <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Evolucion-de-la-automatizacion-industrial+98784>.

Escudo de Namru 6, licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike, 2018, Lima Perú, recuperado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Naval_Medical_Research_Unit_Six

Ferreyros CAT, (2014), Lima Perú, recuperado de: <https://www.ferreyros.com.pe/productos/equipos-nuevos>. Foto de máquinas

- Faber Castell, (Romainville Izaguirre, 2016), Lima Perú, recuperado de:
<https://elcomercio.pe/economia/negocios/faber-castell-peru-historia-cinco-decadas-164950>, Foto de máquina.
- Fuente (“Indicadores de mantenimiento industrial”, s.f, Recuperado de Internet)
- Foto de sensores: (Lemonanalyzers, 2018), Chihuahua México, recuperado de:
<http://www.lemonanalyzers.com/instrumentacion/>
- García Moreno, Emilio (2001). Automatización de Procesos Industriales. Robótica y Automática.
Editorial Univesitat Politècnica de Valencia. España.
- González, H. (11 de Julio del 2012) HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA. Recuperado de:
<https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua>.
- Medina González, C (2017) Desarrollo del programa de brachiaria de forrajes tropicales en el software BMS (breedingmanagement system) para facilitar el mejoramiento agronómico y genético en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Autónoma de Occidente.
- Morales, 2018, Estudio sobre el estado de situación de la implementación del TPM en Chile. Chile.
- Mapa Namru 6, sede mundial, Lima Perú, 2018, Recuperado de:
<https://www.med.navy.mil/sites/NAMRU6/Pages/namru6.htm>
- PLCAcademy, (2015), recuperado de: <http://www.plcacademy.com/siemens-s7-200/> , Foto de PLC.
- Prooptin, (2018). La importancia del mapa de procesos. Recuperado de páginas de <http://blog.pro-optim.com/noticias/la-importancia-del-mapa-de-procesos>.
- Rengifo Peche, J. (2016) “Migración de plataforma scada, para la planta de refinación de aceite de pescado” Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de ingeniero electrónico, UTP, sr. Rengifo Peche, José Miguel, Perú 2016.
- Rivas Quispe, R. (2013) Monitoreo del sistema HVAC en una sala de control a través del Software Metasys, UNI, Perú. Recuperado de: Extraído de:
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12968>. Perú.

Sinal Blancas, Automatización Industrial, recuperado de: <https://es.slideshare.net/maauuriicii/automatizacion-industrial-completo> ; Foto de sistema de comunicación

Siemens, (2017), Perú, Recuperado de cotización Siemens Perú para Namru -6 ; Foto de BIM Siemens, (2017), Perú, Recuperado de cotización Siemens Per para Namru -6. Foto de sistema BAS

Izagirre, R. (2016) Faber-Castell Perú, una historia de más de cinco décadas. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/faber-castell-peru-historia-cinco-decadas-164950>.

Shopify. Enciclopedia de negocio para empresas. (2018) Análisis de Costo Beneficio. Recuperado de: <https://es.shopify.com/enciclopedia/analisis-de-costo-beneficio>

Turmero Astros, I. La Relación Beneficio Costo (s.f.) Recuperado de <https://www.monografias.com/docs110/relacion-beneficio-costo/relacion-beneficio-costo2.shtml>

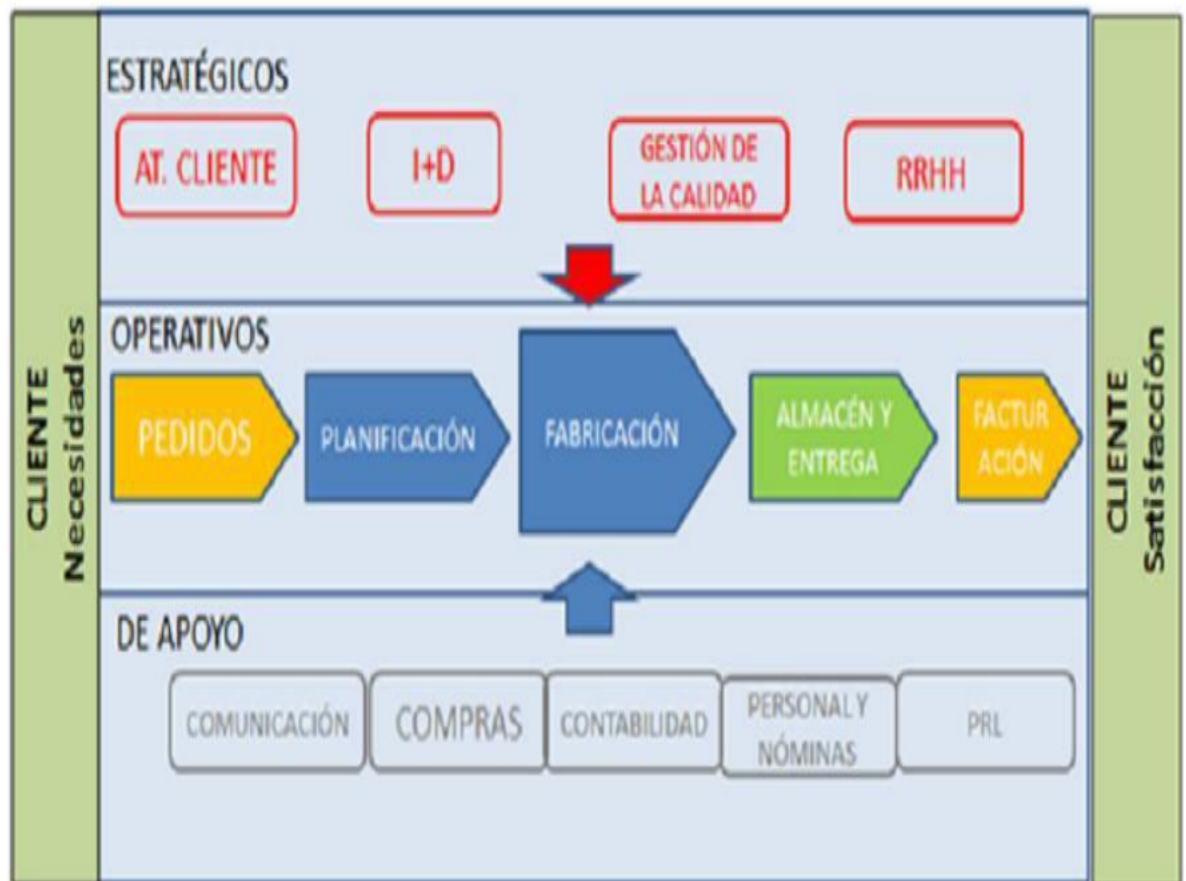
ANEXOS

Anexo n° 1. Mapa de Proceso General	101
Anexo n° 2. Indicadores TPM.	102
Anexo n° 3. Indicadores de eficacia de planta	103
Anexo n° 4. Indicadores de Calidad.	104
Anexo n° 5. Indicadores de mantenimiento, fiabilidad y mantenibilidad.	105
Anexo n° 6. Reporte de entrenamiento de la empresa CCE.	106
Anexo n° 7. Reporte de trabajo, empresa CCE	107
Anexo n° 8. Informe de reparación de equipos VAV.	108
Anexo n° 9. Informe de reparación de equipos VAV.	109
Anexo n° 10. Informe de reparación de equipos VAV.	110
Anexo n° 11. Informe para la reparación del Sist. BAS/BMS.	111
Anexo n° 12. Informes de fallas del Sist. BAS/BMS.	112
Anexo n° 13. Costo Beneficio	115

Anexo n° 1. Mapa de Proceso General

El proceso de la empresa es parecido a cualquier empresa, con la diferencia que no tenemos producción a granel, ni hay un promedio de productos al cliente en un determinado tiempo, ya que somos una institución de investigación medicinal y nos regimos exclusivamente en la calidad de nuestros resultados. Para poder observar el proceso de los técnicos, ver figura 40 y 49.

MAPA DE PROCESOS GENERAL



Fuente: Prooptin, 2018, Recuperado de páginas de <http://blog.pro-optim.com/noticias/la-importancia-del-mapa-de-procesos>

Anexo n° 2. Indicadores TPM.

Los indicadores son muy importantes, con ellos podemos medir cualquier área de la empresa, y con los resultados podemos tomar acción a las soluciones.

Indicadores de gestión.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Beneficio de operaciones.	Cuentas de pérdidas y ganancias.		Anual	Indica el rendimiento global de la planta.
Proporción entre beneficio de operaciones y capital bruto.	$\frac{\text{Beneficios de operaciones}}{\text{capital bruto}} \times 100$		Anual	Indica el rendimiento global de la planta.
Valor añadido.	$\frac{\text{Valor añadido}}{\text{Número de empleados}}$		Anual	Valor añadido por empleado.
Productividad del personal.	$\frac{\text{Volumen o cantidad de producción}}{\text{N° trabajadores o total horas trabajadas}}$	1,4 – 2x	Anual	Output por persona.
Reducción de costos.	Reducción de costos absoluta o porcentual.	De acuerdo con meta anual	Semestral	Porcentaje de reducción de costos o umbral de rentabilidad.
Reducción de personal.	Reducción absoluta o porcentual del número de trabajadores.	De acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM.
Reducción del valor de los stocks de producto.	Reducción absoluta o porcentual del valor de los stocks de producto.	De acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM.
Reducción del valor de trabajos en proceso.	Reducción absoluta o porcentual del valor del trabajo en proceso.	De acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM.

Fuente: Morales, 2018, Chile, extraído del: estudio sobre el estado de situación de la implementación del TPM en Chile.

Anexo n° 3. Indicadores de eficacia de planta

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Disponibilidad.	$\frac{\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempos perdidos y tiempos bajos}}{\text{Tiempos de operación}} \times 100$	90% o más	Semestral	
Tasa de rendimiento.	$\frac{\text{Tasa media actual de producción}}{\text{Tasa de producción estándar}} \times 100$	95% o más	Semestral	Indica el rendimiento de la planta.
Tasa de calidad.	$\frac{\text{Volumen de producción} - (\text{defectos} + \text{reprocesos})}{\text{Volumen de producción}} \times 100$	99% o más	Mensual	Tasa para el conjunto del proceso.
Eficacia global de la planta.	Disponibilidad x tasa de rendimiento x tasa de calidad	80 – 90%	Semestral	Macro indicador de la eficacia global del proceso.
Eficacia global de subproceso.	Igual al anterior.	80 – 90%	Semestral	Eficacia global de subproceso cuello de botella.
Eficacia global de equipos importantes.	Igual al anterior.	85 – 95%	Semestral	Eficacia global de unidades de equipo importantes.
Tasa de producción estándar.	$\frac{\text{Volumen estándar de producción}}{\text{Tiempo de operación}}$	---	Revisar anualmente	Capacidad estándar (nominal) de la planta.
Tasa media de producción actual.	$\frac{\text{Volumen de producción actual}}{\text{Tiempo de operación}}$	Valor actual	Mensual	Producción real por unidad de tiempo.
Número de fallos de equipos.	Valores actuales para cada clase de equipos.	Grado A = 0 Grado B = 1/10 Grado C = 1/15	Mensual	Número (para cada clase de equipos) de averías inesperadas que han conducido a paradas de producción.
Número de fallos de proceso.	Número de fugas, incidentes de contaminación y fenómenos similares.	Minimizar	Mensual	Incluye cualquier fenómeno que haya conducido a anomalías de proceso o calidad. Normalmente denominadas "Problemas de proceso".

Fuente: Morales, 2018, Chile, extraído del: estudio sobre el estado de situación de la implementación del TPM en Chile.

Anexo n° 4. Indicadores de Calidad.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasa de defectos de proceso.	$\frac{RC + OS + \text{deshecho}}{\text{Volumen de producción.}}$	1 / 10 o menos.	Mensual.	.- RC = tasa de generación de productos reciclados. .- OS = productos fuera de especificación.
Costo de defectos de proceso.	Costo total de pérdidas generadas por cada tipo de producto.	Minimizar.	Mensual.	Costos de reciclaje, pérdidas de degradación de productos y valor de costos de deshechos.
Número de defectos pasados sin detectar.	Número de defectos pasados al proceso siguiente.	0	Mensual.	Errores de muestreo, errores de inspección intermedia, etc.
Número de reclamaciones de garantía.	Número de reclamaciones de clientes.	0	Mensual.	
Valor de reclamaciones de garantía.	Valor de las reclamaciones para cada tipo de producto.	Minimizar.	Mensual.	Valor total actual de reclamaciones de garantía
Rendimiento global.	$\frac{\text{Total producto expedido (\$)}}{\text{-----}}$	Maximizar.	Mensual.	Rendimiento global de cada tipo de producto.

Fuente: Morales, 2018, Chile, extraído del: estudio sobre el estado de situación de la implementación del TPM en Chile.

Anexo n° 5. Indicadores de mantenimiento, fiabilidad y mantenibilidad.


Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Frecuencia de fallos.	$\frac{\text{Número total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}}$		Mensual.	Referido a las paradas de 10 minutos o más
Tasa de gravedad de fallos.	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debido a fallos}}{\text{Tiempo de carga}} \times 100$	0.15% o menos.	Mensual.	Mantener el tiempo total de paradas dentro de 1 h/mes.
Tasa de mantenimiento de emergencia.	$\frac{\text{Número de trabajos de EM}}{\text{Número total de trabajos PM y EM}} \times 100$	0.5% o menos.	Mensual.	PM: Mantenimiento preventivo. EM: mantenimiento de emergencia.
Costos de paradas debidas a fallos.	Tiempo de paradas x costo por unidad de tiempo.	Minimizar.	Mensual.	Incluido la producción perdida, costos de energía y costos de horas perdidas de personal.
Número de pequeñas paradas y tiempos muertos.	Tendencia en el número de pequeñas paradas y tiempos muertos.	0	Mensual (media diaria).	Referido al número de pequeñas paradas y tiempos muertos de menos de 10 minutos.
MTBF.	$\frac{\text{Tiempo total de operaciones}}{\text{Número de fallos}}$	De acuerdo con metas anuales	Mensual.	Intervalo medio entre fallos.

Fuente: Morales, 2018, Chile, extraído del: estudio sobre el estado de situación de la implementación del TPM en Chile.

Reportes técnicos por año:

Julio 16 2009, se entrenó a los técnicos, para el uso del sistema BAS, un entrenamiento básico de usuario, realizado por las empresas instaladoras de diferentes partes del Sistema.

Anexo n° 6. Reporte de entrenamiento de la empresa CCE.



COE.08 – NMRCD HVAC UPGRADE. LIMA, PERU

TRAINING PLAN

1. OBJECTIVES AND SCOPE:
 - Provide an overview of the purpose and operation of the systems, equipments and facilities.
 - Provide technical information regarding the purpose, operation and maintenance of the systems, equipments and facilities at a basic level, expecting that serious malfunctions will be addressed by manufacturers, providers or installers' representatives.
2. TRAINING DATES:
From July 7 to 16 of 2009 at NMRCD facilities (see note bellow).
3. ATTENDEES:
Attendees should be persons with high school degree (Bachelor) as a minimum. Electrical and mechanical technicians preferred.
4. AGENDA:
JULY 14:
 - 09:00 – 12:00 Building Automation System (BAS) I
 - 12:00 – 13:00 Break
 - 13:00 – 14:00 Building Automation System (BAS) II
 - 14:00 – 14:30 Break
 - 14:30 – 16:30 Boiler & Hot water system**JULY 15:**
 - 08:30 – 09:30 Variable Frequency Drives (VFDs)
 - 09:30 – 09:45 Break
 - 09:45 – 11:45 AHU (York) & VAVs
 - 11:45 – 14:00 Break
 - 14:00 – 16:00 Greenheck fans & EAVs**JULY 16:**
 - 08:00 – 10:00 Fire Alarm System
 - 10:00 – 12:00 Fire Sprinkler System
 - 12:00 – 13:00 Break
 - 13:00 – 16:00 Fire Pumps

Note: Training lessons for Semco AHU and Chiller were conducted at June 16 and July 26.

Elaboración de la empresa CCE

MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO (HVAC), A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA BUILDING AUTOMATION SYSTEM (B.A.S). EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES DE LA MARINA DE LOS EEUU, NAMRU-6.”

En el año 2010, alrededor de seis meses después de la instalación, comienzan a presentarse los problemas de comunicación/transmisión en el sistema, los reportes así lo confirman, estos fueron atendidos por la empresa instaladora por la garantía

Anexo n° 7. Reporte de trabajo, empresa CCE

W CLAIM 008		WARRANTY CLAIM	
1. CLAIM INFORMATION (Please Provide Detailed Description of the Problem)			
Claimant: <i>ROBERTO COSIO</i>			
Date: <i>JANUARY 21, 2010</i>			
Location:	Area	<i>ANNEX BUILDING</i>	
	Floor	<i>1</i>	
	Room	<i>ALL ANIMAL ROOMS</i>	
Description of the Warranty Item:	<i>BAS INTERFASE FAILURE. THE BAS INTERFASE LOOSE TRANSMISION ACCORDING TO TX LED INDICATOR. THIS HAPPENS SEVERAL TIMES A WEEK. TWO WIRES ARE IMPROPERLY SHARING ONE ONLY SLOT IN THE IN THE INTERFASE SOQUET.</i>		
2. Attachments: (Please provide any additional information that can be helpful to understand the problem such as photos or videos) N/A			
3. Does the alleged warranty issue present an immediate risk of injury to person or damage property? Circle Yes or No. If Yes, Please explain in detail (use additional pages if necessary):			
<input type="checkbox"/> YES			
<input checked="" type="checkbox"/> NO			
4. Specific Information: (If the problem involves any equipment/part please provide all the available information)			
Affected Part			
Model			
Serial No.			
Part No.			
Remarks			
COR APPROVAL <input type="checkbox"/> YES			
<input type="checkbox"/> NO			
COR Signature and Name _____			

Elaboración de la empresa CCE.

En el año 2011, fueron frecuentes las fallas en el sistema por diferentes dispositivos que fallaban en operación y comunicación con el sistema BAS/BMS.

Informe de problemas del sistema BAS/BMS, referente a los termostatos, del personal de la empresa SAEG. En esta ocasión los parámetros en el BAS/BMS no se leían correctamente. Se verifico adicional a esto, que también los dispositivos electrónicos tenían problemas

Anexo n° 8. Informe de reparación de equipos VAV.

VCI 17/2011

Informe de revisión de cajas VAV hospital naval.

Lugar: Hospital Naval

De: Tec. Carlos Vásquez Cárdenas
Responsable del servicio técnico

Fecha: Santa Anita, 02 de Diciembre de 2011

ANTECEDENTES

Cliente solicita atención de revisión de termostatos y cajas VAV en el hospital naval.

DESARROLLO

El 16 de noviembre del presente, se realizo una inspección de las cajas VAV y termostatos de las oficinas NANRU en el Hospital Naval.

De acuerdo al correo enviado por el cliente, se verifico los siguientes problemas.

- 1.- Cajas VAV no estaba controlando el dámper, este en modo frio se mantenía en minina abertura (aprox. 20%) , esto no dejaba pasar el suficiente aire a la oficina con lo cual no enfriaba correctamente.
- 2.- Varios termostatos presentaban un parpadeo del display, se verifico que este parpadeo no est  afectando al control de dámper de la caja VAV.



Elaboraci3n de la empresa SAEG.

Anexo n° 9. Informe de reparación de equipos VAV.

RESULTADOS

PROBLEMA 1: Termostato no controla las cajas VAV.

En las cajas donde el termostato no controlaba se observó que el dámper se mantenía un aprox. Un 20% de abertura, pero realizando la revisión del equipo se descartó que algún dispositivo este dañado.

Para asegurar el buen estado del termostato y Caja VAV se comprobó lo siguiente:

- a. Que el termostato controlaba el dámper en modo manual.
- b. Se comprobó el paso de flujo en función a la abertura del dámper.

Según lo revisado, se encontró que **LA CAUSA de este estado de no control del termostato es por lo siguiente.**

- a. El mínimo caudal de ingreso a la VAV es menor que el 50% del seleccionado. Esto hace que el termostato pase a su estado modo DORMIDO, no control. Reinicia su control cuando lea al menos el 50% del flujo mínimo configurado.

SOLUCION

1.- Incrementar la cantidad de aire que ingresa a la VAV, aumentar el SetPoint de presión en la manejadora.

2.- Reducir el mínimo flujo de enfriamiento, hasta por lo menos el 50% del flujo mínimo leído, cuando el dámper está al 28%. **Parámetro:**

- 2.1.- Ingrese al **Menú avanzado de configuración**
- 2.2.- Submenú FL
- 2.3. - Submenú **LcF(Low cooling Flow)**, reducirlo: ejemplo = 15

3.-Reducir el mínimo Setpoint a 0(estó deshabilitara el modo dormido) **Parámetro:**

- 2.1.- Ingrese al **Menú avanzado de configuración**
- 2.2. - Submenú SP
- 2.3. - Submenú **LO(Low setpoint Limit)**, reducirlo: 0

Elaboración de la empresa SAEG

Anexo n° 10. Informe de reparación de equipos VAV.

PROBLEMA 2: Algunos termostatos presentan parpadeo en el display

Este parpadeo es a causa que el termostato manda una señal de alarma con el fin de informa que hay un problema en la RED. Esto no interfiere en su labor de controlar a la caja VAV.

Posibles causas -

- 1.- Velocidad de transferencia de los termostatos estén diferentes.
- 2.- Las conexiones no estén correctas, revisar que entre termostato tengan la misma polaridad de conexión

RED BACKNET

Thermostato 1 Thermostato 3
Thermostato 2 Thermostato 4

- 3.- Las IP se repitan en dos o más termostatos.

Re recomienda desenergizar y energizar la red de termostatos una vez que se realice un cambio en la dirección.

SOLUCION: Verificar que las 3 posibles causas anteriores no se den.

OBSERVACION: En la revisión rápida de los termostatos. Se encontró que en dos termostatos se tenía la misma dirección: 6, por lo que se cambio para que no tengan conflicto en la RED. Se recomienda realizar el seguimiento respetivo de todos los demás equipos y así verificar que no se repitan las direcciones

OTROS

Para el equipo ubicado en R101, Usuario Milagro Orellana. Se recomienda cambiar la CAJA VAV con su termostato; ya que la tarjeta de control se encuentra dañada. No se tiene lectura de flujo.

Para el equipo ubicado en R202, Corredor B2F2. Se recomienda cambiar la caja VAV ya que el sistema de calor no sigue la secuencia correcta y el control está dañado.

CONCLUSION

Se verifico el estado de las cajas VAV y termostatos de las oficinas.
Se encontró las causas de los problemas, líneas arriba se escriben las soluciones para tales. Las cuales fueron corroboradas en campo.

Elaboración de la empresa SAEG

MEJORA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO (HVAC), A TRAVÉS DE LA ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA BUILDING AUTOMATION SYSTEM (B.A.S). EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES DE LA MARINA DE LOS EEUU, NAMRU-6.”

En el año 2012: la empresa Green Building Tech, representante de la marca Siemens hizo una recomendación para desinstalar y volver a instalar todo el sistema, por las continuas fallas de comunicación en el sistema del BAS/BMS con los dispositivos electrónicos.


Anexo n° 11. Informe para la reparación del Sist. BAS/BMS.

Item	Nivel	Descripción	Cant	Uni	Total
<p>GREEN BUILDING TECH S.A.C. Soluciones Inteligentes para Edificaciones que protegen el medio ambiente</p> <p>Advanced Partner Building Technologies Fire Safety</p> <p>SIEMENS</p> <p>PROPUESTA : GBT 1510A-12 CLIENTE : NAVAL MEDICAL RESEARCH UNIT - 6 ATENCIÓN: MAURICIO ZEVALLOS</p> <p>Distribuidor Autorizado en el Perú Marzo 5, 2012</p> <p>I.- PROPUESTA ECONÓMICA DE SERVICIO DE INSTALACIÓN DE SOFTWARE INSIGHT E INSPECCIÓN DEL SISTEMA</p>					
NAVAL MEDICAL RESEARCH UNIT - 6					
Sistema BMS - Software Insight					
Estado del Sistema:		El sistema se encuentra operando en un Laptop, la PC del sistema no esta operativa. El sistema presenta intermitencia en la comunicación.			
1	SER001	Servicio de instalación del software Insight e inspección del sistema BMS en las instalaciones del Hospital Naval (NAMRU).	1	PQT	3,500.00
Sistema BMS					
		Instalación del Programa Insight en PC/Servidor			
		Pruebas de comunicación entre el servidor y los controladores del sistema.			
		Incluye Seguros del personal			
		Movilización del personal			
Sub total por paquete US\$					3,500.00
IGV 18% US\$					630.00
Total US\$					4,130.00
II.- CONDICIONES COMERCIALES:					
1.- Forma de Pago : 60% de adelanto previo al inicio de los trabajos, y saldo a la entrega del informe final.					
2.- Duración de los trabajos: 5 días.					
3.- Validez de la Oferta : 30 días.					
III.- NOTAS:					
1	Los trabajos se realizaran en horario diurno previamente acordado con el cliente, el mismo que deberá brindar las facilidades de acceso a los diferentes ambientes del hospital				
2	El servicio será efectuado por personal calificado y acreditado para realizar trabajos de sistema BMS.				
3	El personal asignado contará con cobertura de Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR) tanto Pensión como Salud, así como el cumplimiento de la ley de Seguridad y Salud Ocupacional Vigente. Cualquier requerimiento adicional por parte del cliente, referentes a seguros o inducciones del personal serán cobrados como adicionales.				
4	La propuesta es únicamente por servicio de inspección del sistema e incluye la instalación del software Insight por única vez. No incluye el cambio de equipos defectuosos, deteriorados o cableado, los mismos que de detectarse serán notificados y cotizados por separado.				
5	El cliente deberá brindar un Servidor o PC para la instalación del software Servidor Insight. Es responsabilidad del cliente que el equipo a suministrar se encuentre en buen estado y cuente con las características recomendadas por el fabricante.				
6	La propuesta no incluye la provisión de ningún equipo, cables, ni trabajos de instalación de equipos.				
7	Al finalizar el servicio se entregará informe técnico del Sistema.				
(ORIGINAL FIRMADO) EDMUNDO GUILLEN ESCATE GERENTE GENERAL					
GREEN BUILDING TECH S.A.C. - M.ROAUD Y PAZ SOLDÁN 145 SAN ISIDRO - TEL/FAX (511) 222-1862					

Elaboración de la empresa Green Building Tech SAC

En el año 2014: Informe de problemas del sistema BAS/BMS de los operarios de mantenimiento Namru 6. Se detectó que los datos en la computadora no eran los correctos, se analizaba los problemas, solucionando posibles causas de esto, pero el problema de los datos fallidos era el software de siemens.

Anexo n° 12. Informes de fallas del Sist. BAS/BMS.



Technical Report 20140825

DATE: Agosto 25, 2014

FROM: Luis Ugarte, HVAC Technician

TO: Mauricio Zevallos, Maintenance Supervisor

SUBJ: Alarma activada de Presión positiva en Laboratorios B1F2

Objetivo del reporte:

1 Evaluar causas del accionamiento de la alarma en Laboratorio

- 1.1 Aislamiento de puertas, foto #1, 2, 3, 4, 5,6.
- 1.2 Parámetros del BAS, foto# 7.
- 1.3 Alarmas (sensor siemens), foto# 8,9.
- 1.4 Bocinas, rodajes, poleas, extractores del sistema, foto #10.

2 Soluciones al problema

- 2.1 Instalar barredores y aluminio con felpa en las ranuras
- 2.2 Recalibrar parámetros del BAS.
- 2.3 Mantenimiento de sensores siemens (calibración)
- 2.4 Cambio de bocinas, rodamientos, fajas, etc.
- 2.5 Control de las presiones en el BAS, formatos (Excel) Semana/día.

Elaboración propia, para Namru 6.

Explicación del valor de la inversión de actualizar sistema BAS, este proyecto si es viable y traería muchos beneficios económicos y técnicos, para la institución.

Para estos cálculos se han tomado cifras del valor económico de la implementación del edificio, para poder instalar el sistema BAS en el año 2010. Estas cifras reemplazaran a las de ganancia durante seis años. Esto a que este proyecto no tiene ganancias económicas, ya que no somos una empresa con fines de lucro y además que nuestras ganancias serían los buenos resultados de la investigaciones medicinales, en vez de una cifra económica, por ser una institución sin fines de lucro.

Valor actual neto (VAN)

Es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si después de medir los flujos de los futuros ingresos y egresos, y de descontar el dinero que representa la inversión inicial, resulta una ganancia, el proyecto es viable.

Resumiendo: el VAN y el TIR son dos herramientas para calcular la viabilidad de un proyecto empresarial, independiente de sus características o área de desempeño. Sin embargo, la diferencia radica en que el primero calcula la rentabilidad y la segunda el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión inicial.

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. Los valores correspondientes al VAN o VPN se calculan partiendo del flujo de caja anual o también llamado cash flow, obteniéndose así los valores futuros , flujos tanto positivos como negativos al momento actual.



Fuente: Financial Red España, 2018, España, Recuperado de <http://todoproductosfinancieros.com/tir-calculo-y-concepto>.

Tal como indica Financial Red (2018), la **Tasa Interna de Retorno** es un indicador que permite conocer el nivel de rentabilidad de un proyecto. El valor TIR, es directamente proporcional al nivel de rentabilidad del proyecto, es decir, **a mayor TIR, mayor rentabilidad**. Es por ello, que se usa para tomar la decisión sobre si llevar a cabo o no algún plan o **proyecto de inversión** (Financial Red, 2018).

Debido a ello, la **TIR** es semejante a la tasa mínima o tasa de corte, que será el **costo de oportunidad de la inversión** (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo, esto es, por ejemplo, los tipos de interés para una cuenta de ahorro o depósito a plazo). En caso de que la tasa de rendimiento del proyecto, determinada por la TIR, supere la tasa de corte, el proyecto es aceptable, por el contrario, si el TIR es menor a la tasa de corte, el proyecto es rechazado (Financial Red, 2018).

A continuación se presenta la fórmula del TIR, donde el VAN se iguala a cero :

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Fuente: Financial Red España, 2018, España, Recuperado de <http://todoproductosfinancieros.com/tir-calculo-y-concepto>.

En donde V_{Ft} es el Flujo de Caja en el periodo t .

Concluyendo, la TIR nos permite tomar la decisión de invertir, demostrando el nivel de factibilidad de distintas opciones de inversión.

Calculo del Costo Beneficio, VAN y el TIR con las formulas en Excel, este desenlace nos da buenos resultados.

Calculo del Costo Beneficio, VAN y el TIR con las formulas en Excel, este desenlace nos da buenos resultados.

Anexo n° 13. Costo Beneficio

	A	B	C	D	E	F
10	TASA DE ACTUALIZACION	19%				
11						
12			=VNA(B10,C15:C19)+C14			
13	Año	Ingresos	Egresos	Flujo de caja efectivo (I-E)		
14	2019	0	\$ 174,100.00	-\$ 174,100.00		B14-C14
15	2020	\$ 107,700.00	\$ 64,400.00	\$ 43,300.00		
16	2021	\$ 65,000.00	\$ 64,400.00	\$ 600.00		
17	2022	\$ 662,700.00	\$ 64,400.00	\$ 598,300.00		
18	2023	\$ 70,000.00	\$ 64,400.00	\$ 5,600.00		
19	2024	\$ 497,520.00	\$ 64,400.00	\$ 433,120.00		
20	TOTAL	\$ 773,053.83	\$ 371,011.69			
21						
22	Inversion	\$ 496,100.00				=VNA(B10,B15:B19)+B14
23	Valor Presente ingreso	\$ 773,053.83				
24	V.P. egreso	\$ 371,011.69				=VNA(B10,D15:D19)+D14
25						=B23/B24
26	B/C = VP(i)/VP(e)	\$ 2.08	Por cada dólar invertido , se obtiene una rentabilidad de 1.08 "			
27	VAN	\$ 402,042.14	Si rentable			
28	TIR	71.44%	Si la TIR. es mayor al 19%, el proyecto es rentable			
29						=TIR(D14:D19)

(Elaboración propia)

Análisis: Según los resultados B/C: \$ 2.08, por cada dólar que gane estaré ganando la cantidad de 1.08 centavos de dólar, ya que, si este resultado fuera 1 no habría ganancia ni pérdida, entonces la inversión es viable. Además, el VAN es positivo también, la ganancia sería 402,042.14 dólares, en un periodo de tiempo de 6 años.

VAN > 0 => Que la empresa genera beneficio
 VAN = 0 => No hay beneficio ni pérdidas, aunque se pierde el tiempo
 VAN < 0 => hay pérdidas en la empresa, además de perder el tiempo.