



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE  
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA**

**ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS ANTE LA INCLUSIÓN DE  
UN PROCESO DE COCCIÓN AUTOMATIZADO**

**AUTOR**

**OSCAR FABRICIO ANGULO CHILQUINGA**

# OBJETIVOS

## Objetivo general

Analizar el impacto generado en la producción de embutidos mediante la inclusión de un proceso de cocción automatizado.



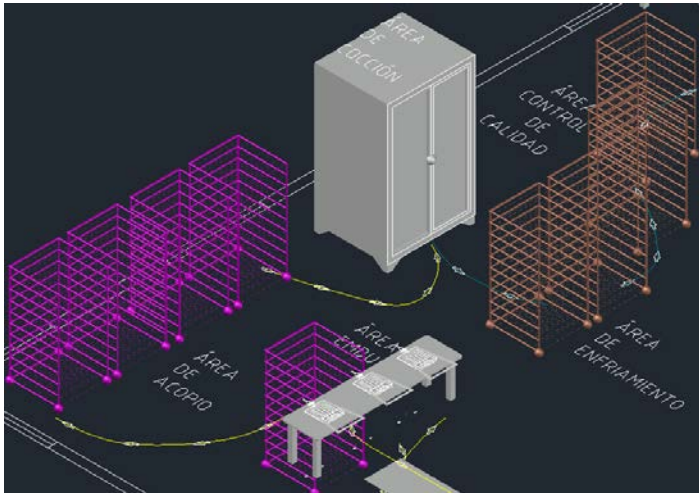
# OBJETIVOS

## Objetivos específicos

- Recopilar información sobre automatización de procesos y los componentes requeridos.
- Analizar la factibilidad de automatizar el proceso de cocción de embutidos en una planta cárnica tipo.
- Analizar las variables necesarias para lograr un proceso de automatización adecuado.
- Realizar el planteamiento de una línea de producción tipo, sin sistema de cocción automatizado en su proceso.
- Plantear una línea de producción tipo, con un sistema de cocción automatizado en su proceso.
- Establecer métodos comparativos que permitan identificar la variación de parámetros entre un sistema automatizado y uno no automatizado.



## INTRODUCCIÓN



Es posible que, mediante la inclusión de un horno automatizado, reduzca el tiempo de cocción de los embutidos, ahorro de energía y disminución de pérdidas, además permitirá el aumento de la productividad y rentabilidad.

El proyecto titulado “Análisis del impacto en la producción de embutidos ante la inclusión de un proceso de cocción automatizado” se desarrolló en la Compañía ADITMAQ ubicada en el parque Industrial del norte de la Ciudad de Quito sector Carcelén, Provincia de Pichincha, región andina centro-norte del Ecuador.



## ALCANCE



Los Hornos Industriales Alimenticios cumplen una función primordial en la preparación de alimentos pre-cocidos, dada la exigencia tecnológica Industrial, estos no están exentos del beneficio, sin embargo hornos que datan hasta de un par de décadas,

son apreciados por su construcción y robustez, por lo cual las empresas del sector invierten en su mantenimiento hasta su renovación.

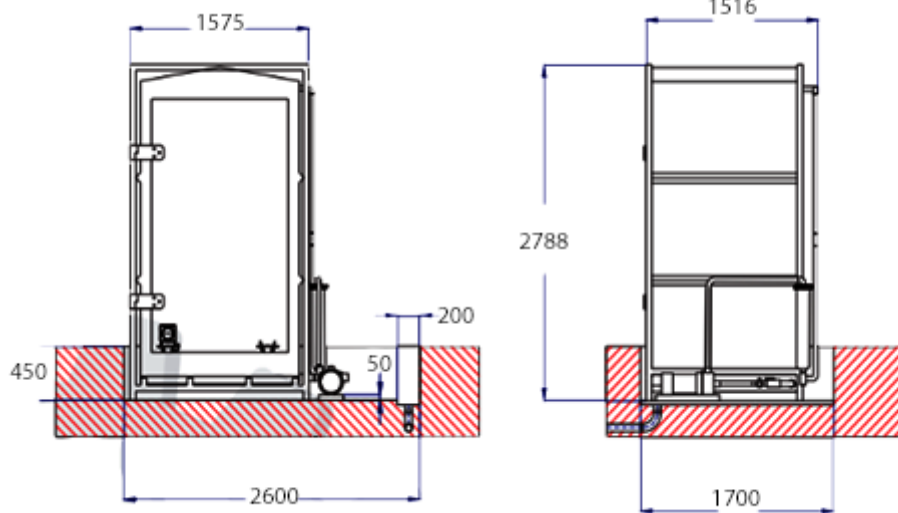
El alto costo de compra de nuevas unidades, plantea la alternativa de la automatización que está optando el empresario



# AUTOMATIZACIÓN DEL HORNO

El objetivo del rediseño planteado en este trabajo es permitir el control y automatización del proceso de cocido de productos cárnicos, que se realiza en la planta ADITMAQ, localizada en la ciudad de Quito, Ecuador, la que se encarga de la producción de embutidos para consumo doméstico e industrial.





## Dimensiones.

1.8m frente.

1.5m lado.

2.85m alto.

## Carritos.

1m ancho.

1m profundidad.

2m alto.





## Análisis Previo Al Desmontaje De Componentes

<b>Materiales</b>	<b>Comentari o</b>	<b>Buen estado</b>	<b>Reparació n</b>	<b>Remplaz o</b>
<b>Placas laterales internas.</b>		X		
<b>Aislamiento.</b>		X		
<b>Placas laterales externas</b>		X		
<b>Chapa metálica en contacto en contacto con las niquelinas</b>				X
<b>Niquelinas</b>			X	
<b>Empaques</b>		X		
<b>Botoneras</b>				X





# Asignación de mantenimientos y modificaciones

Después de un análisis exhaustivo, se determina que: para una correcta automatización del proceso, la modificación en el horno se hace imprescindible para lo cual es necesaria de varios elementos los cuales harán posible la automatización.



## ANÁLISIS PARA EL REEMPLAZO DEL EMPAQUE



El sellador idóneo para la compuerta del horno, las condiciones del empaque o sello de vinilo del horno se verifican por inspección visual y se determina que no requiere cambio, aún más cuando se fundamenta en el hecho de los procesos de mantenimiento que se han generado en la empresa que hicieron posible pensar que no es necesario el cambio de este elemento.



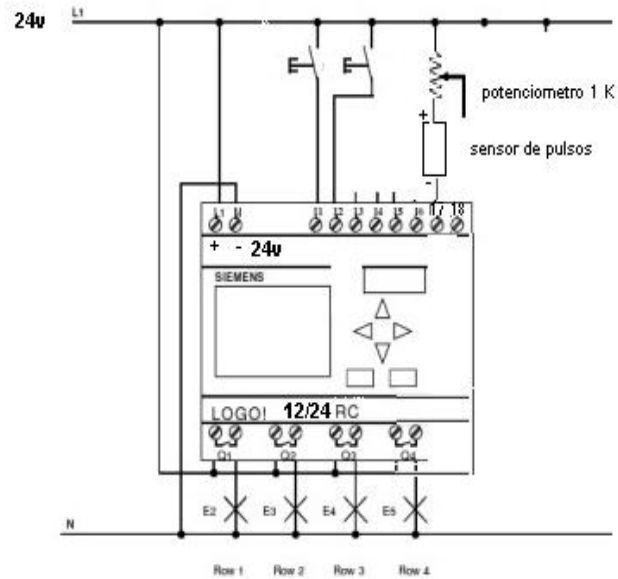
# SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Para lograr el adecuado proceso automático del horno se ha programado según parámetros de rediseño, los siguientes elementos:

- PLC LOGO
- Sensor
- Actuador
- Elementos de protección
- Contactores
- Temporizador



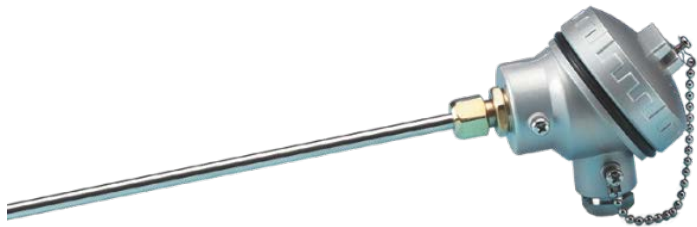
# SELECCIÓN DE PLC



La selección de los dispositivos de automatización para el horno de acuerdo con las necesidades es el PLC logo el que cumple con las necesidades y exigencias del proceso, existe para el caso un conjunto completo en el que se encuentran: sensores, pulsadores y actuadores.



# SENSOR



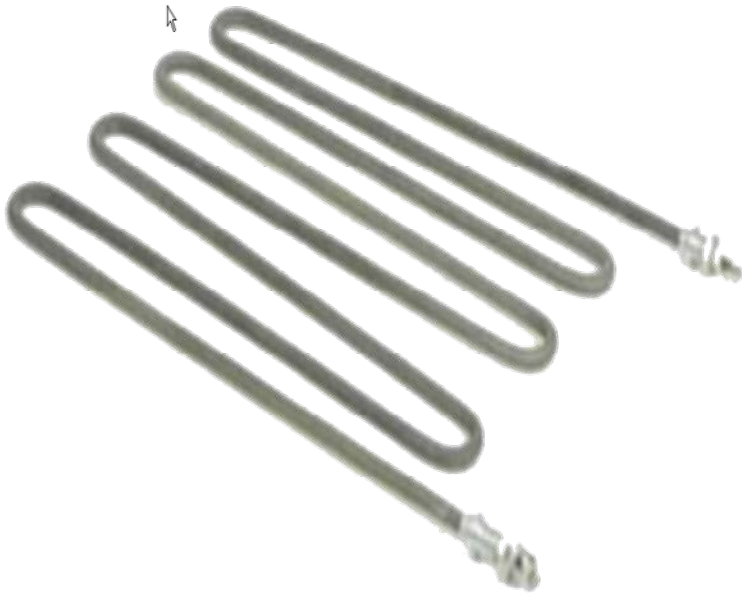
Es el dispositivo que toma lecturas del ambiente como pueden ser: temperatura, luminosidad, humedad, velocidad del viento entre otras, magnitudes físicas. Las transforma en pulsos para que el (PLC) las procese

## Características de las sondas PT100

La PT100 es un sensor de temperatura que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.



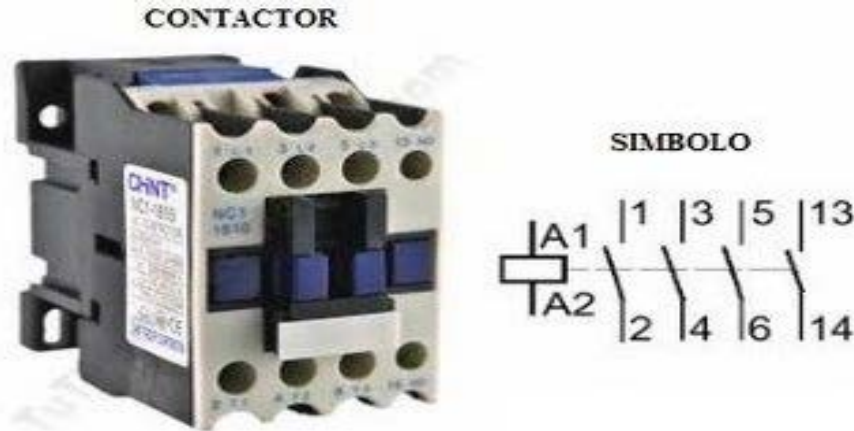
## ACTUADOR



Es aquel periférico de salida que en el sistema de automatización ocupa el puesto de “actuar” para que el trabajo se complete dando lugar a la automatización requerida o bucle del proceso. Para el caso este puesto es ocupado por las niquelinas que entregan la temperatura necesaria para el proceso y a su vez está controlada a través de un contactor



# CONTACTOR



Es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

# TEMPORIZADOR

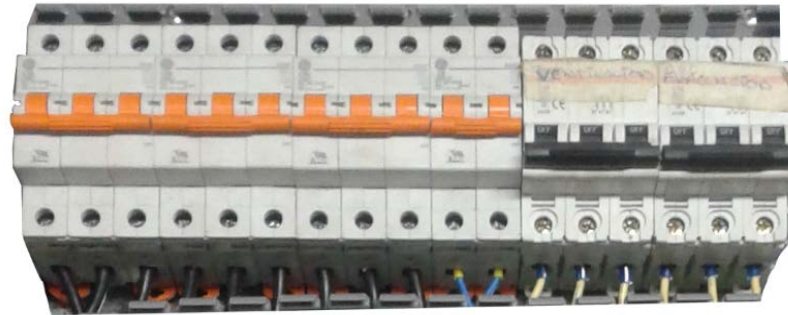


Los temporizadores se comportan de forma parecida a los relés, pero tienen un control de tiempo para retardar el funcionamiento de algo, hacer que funcione con tiempos de marcha y paro, o retrasar la desconexión de algo. Se pueden activar por alimentación o por pulsador, según la necesidad del circuito





## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.



Se utilizan las protecciones para proteger los dispositivos eléctricos y personal de operación.

Funcionamiento. Cuando existe una sobrecarga en el dispositivo eléctrico se eleva la temperatura entre las terminales del sistema (cableado), logrando así la dilatación de las protecciones de sobrecarga abriendo o cerrando el contacto de sobrecarga de las protecciones, deshabilitando al dispositivo eléctrico.



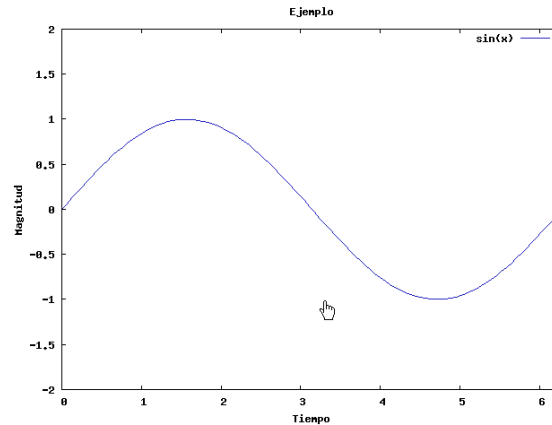


## Implementación de dispositivos y elementos

Para la implementación de los dispositivos en el horno de embutidos se hizo necesaria, una reestructuración de algunos de los sistemas



# Análisis para el manejo de señales analógicas



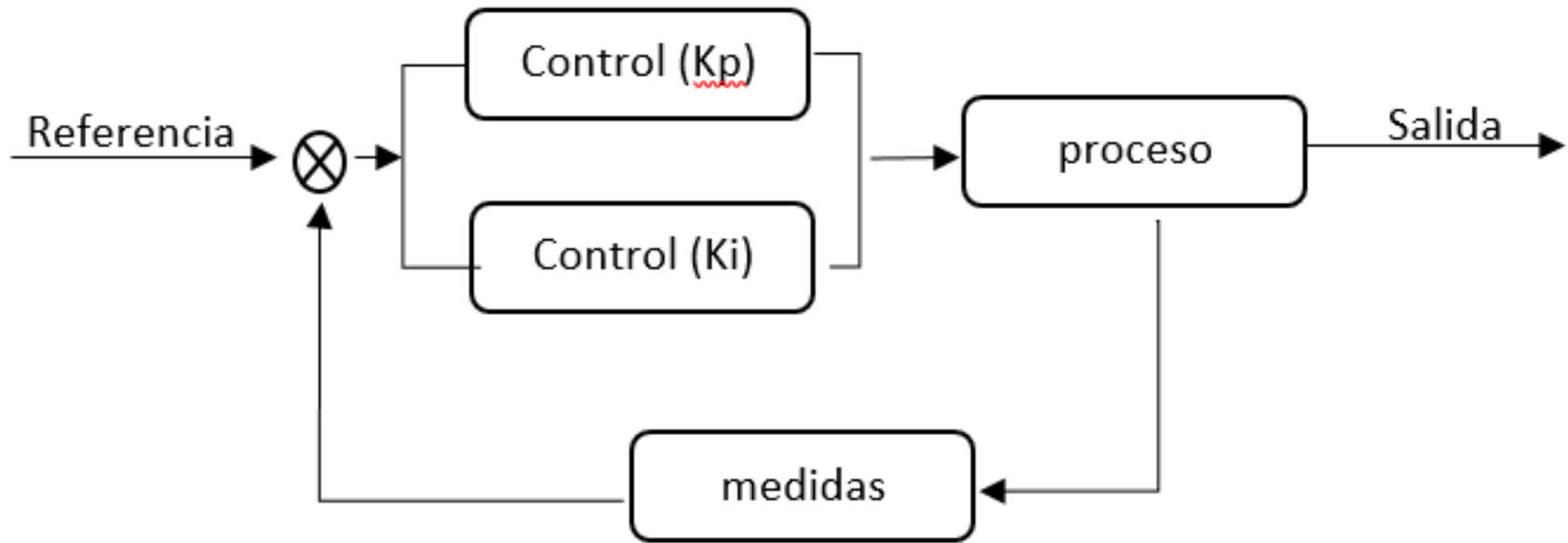
Todas las señales analógicas están en la naturaleza y se presentan ya sea con magnitudes físicas que por lo general portan una señal eléctrica como es el caso de la intensidad, la tensión, y la potencia, pero pueden ser hidráulicas como es el caso de la presión, térmicas etc.

Todas las señales ON, son utilizadas para transmitir información a través de pulsos eléctricos



Control proporcional es aquel que da énfasis a los errores actuales. ( $K_p$ )

Control integral es aquel que da énfasis a los errores pasados. ( $K_i$ )



Esquema de control

$$e(k) = e(k).T + e(k - 1)$$

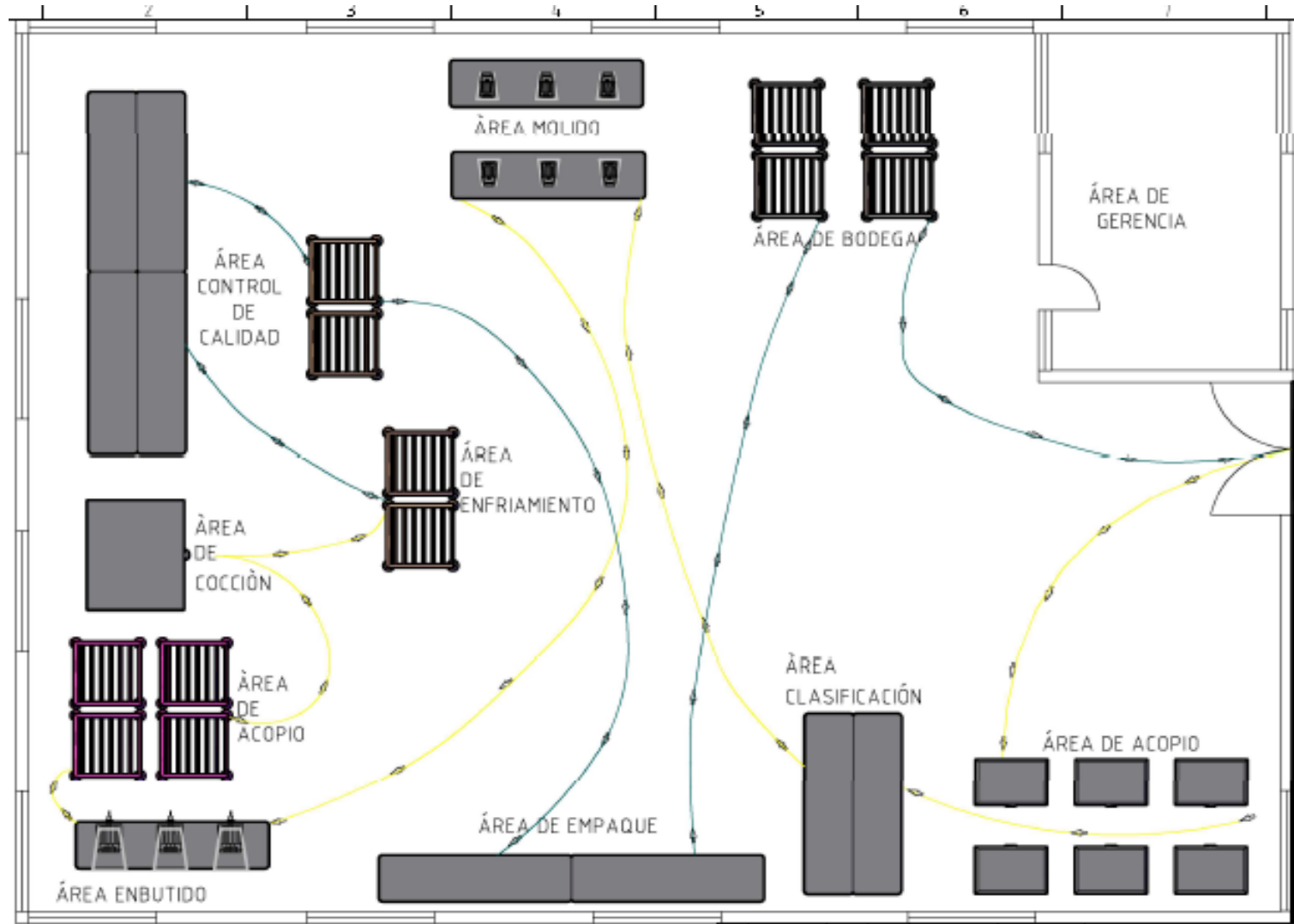


## SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA.

Actualmente, La fábrica de embutidos ADITMAQ ha venido realizando sus labores y creciendo como empresa sin contar con una estructura de automatización definida y acorde con las funciones que desempeñan, por consiguiente, no existe una producción sustancial y la coordinación ha sido uno de los procesos internos que desarrolla la empresa en la que se tiene que tratar una mejora.



# SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA.



# SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA.

## DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA PLANTA ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN

<b>Diagrama N°</b>		<b>Hoja N°</b>		<b>Página de</b>		<b>Diagrama actual</b> <input type="checkbox"/>	<b>Diagrama propuesto</b> <input checked="" type="checkbox"/>
Lugar:	QUITO			Inicia:	Carne en bruto		
N° Operarios:	12			Termina:	Embutido cárnico		
Elaborado por:	Oscar Angulo Chilinguina			Departamento:	Producción		
Revisado por:	Ing. Freddy Salazar			Fecha:	12-12-2016		
Aprobado por:	Ing. Freddy Salazar			Hora:	08H00		
Producto:	Embutido cárnico						

DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
9.6 m	1 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Descarga de la carne al área de acopio
0 m	15 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Almacenamiento temporal en frigorífico
4.8 m	3 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte de carne desde acopio al área de clasificación
0 m	10 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Clasificación de la carne
10.8 m	8 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte del área de clasificación al área de molienda
0 m	12 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Molienda de la carne
11.3 m	10 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte desde área de molienda al área de embutido
0 m	18 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Proceso de embutido
1 m	20 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Almacenamiento hasta el proceso de cocción
2.7 m	1 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte desde el acopio de embutido hacia el horno de cocción
0 m	60 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Proceso de horneado manual
3.3 m	5 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte al área de enfriamiento
0 m	15 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Enfriamiento del embutido
4.1 m	5 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte al área de control de calidad
0 m	10 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Proceso de control de la calidad
9.8 m	10 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte al área de empacado
0 m	20 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Empacado del embutido
11.3 m	10 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte desde el área de empacado hasta la bodega de acopio
0 m	30 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Almacenamiento del embutido hasta su despacho final
7 m	12 min	<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>	<input type="triangle-down"/>	<input type="D"/>	<input type="arrow-right"/>	Transporte desde el área de almacenamiento al vehículo de salida

Tiempo Total del Proceso **4,58 horas**  
 Distancia Total Recorrida **57.7 metros**



## **DISEÑO DE LA PLANTA NUEVA.**

Después de un estudio de movimientos la planta de fabricación de embutidos adquiere mayor movilidad y rapidez se propone la siguiente ubicación.

## **AUTOMATIZACIÓN HORNO.**

La automatización del horno es parte neurálgica del proceso de automatización de la planta de fabricación de embutido, por lo que se ha tomado en cuenta dos de los aspectos fundamentales, como son el control de la temperatura y el control de los tiempos de cocción, los cuales al ser exactos proporcionan además de una perfecta cocción un incremento en la calidad y una disminución sustancial en los tiempos de producción.



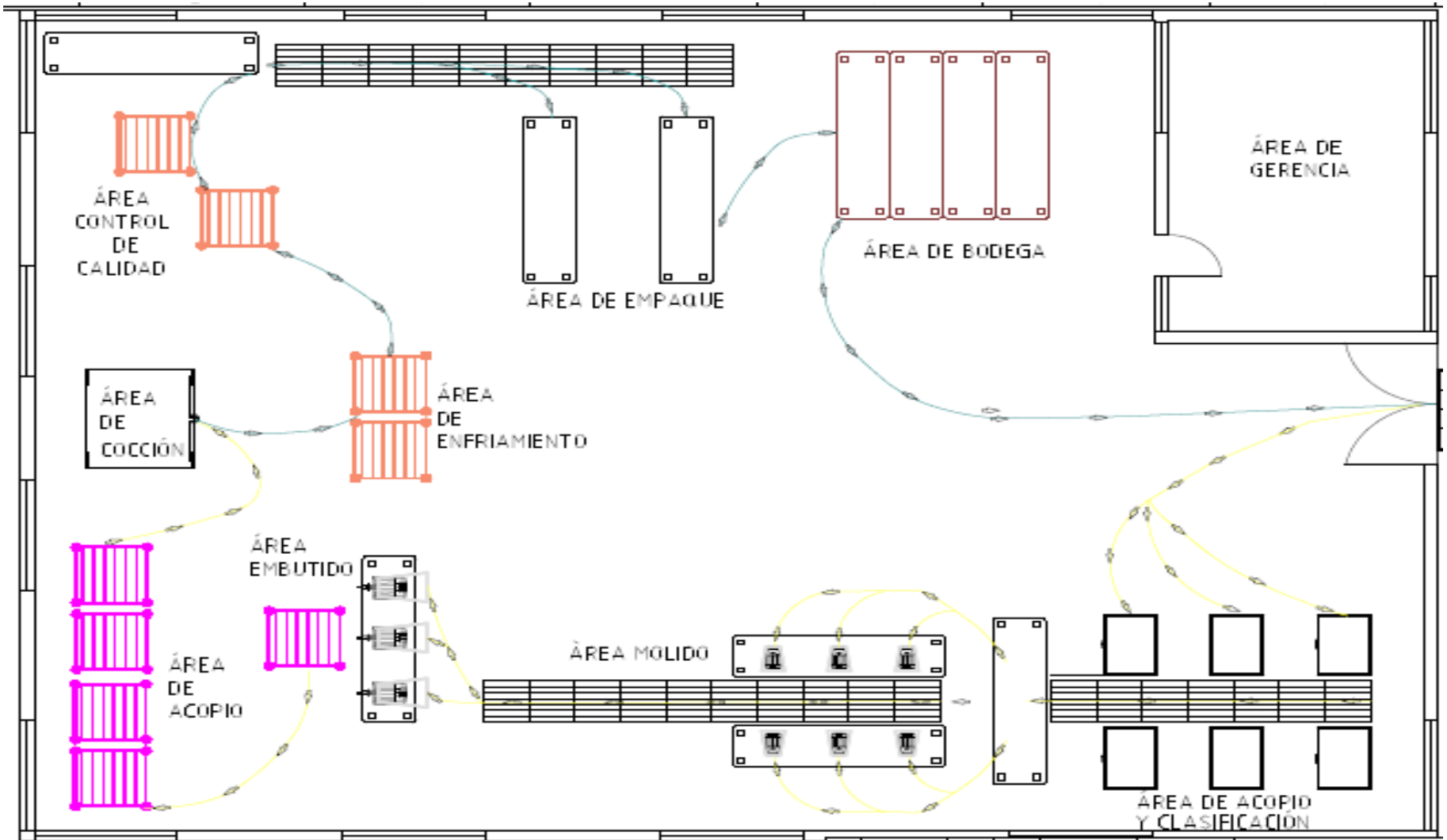


## SITUACIÓN FINAL.

Durante la reorganización se ha logrado mejorar los tiempos de traslados y procesos como de demuestra en el diagrama de recorridos. Ver (tabla 9) Con un tiempo de 3,72 horas y 46.4 m. además de ello se toma en cuenta la eficiencia con que el horno ha logrado llevar el proceso con un tiempo de 35 minutos versus los 60 minutos que se tomaba de forma manual.



# SITUACIÓN FINAL.



# SITUACIÓN FINAL.

## DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA PLANTA DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN

Diagrama N°  Hoja N°  Página de  Diagrama actual  Diagrama propuesto

Lugar: QUITO Inicia: Carne en bruto  
 N° Operarios: 10 Termina: Embutido cárnico  
 Elaborado por: Oscar Angulo Chilinguina Departamento: Producción  
 Revisado por: Ing. Freddy Salazar Fecha: 12-12-2016  
 Aprobado por: Ing. Freddy Salazar Hora: 09H00  
 Producto: Embutido cárnico

DISTANCIA	TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN
9.6 m	1 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Descarga de la carne al área de acopio y clasificación
0 m	15 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Almacenamiento temporal en frigorífico
0 m	10 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Clasificación de la carne para ir al área de molienda
4.8 m	1.5 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte por banda de la carne hacia el área de molienda
0 m	12 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Molienda de la carne
6.8 m	5 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte por banda desde área de molienda al área de embutido
0 m	18 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Proceso de embutido
1 m	20 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Almacenamiento hasta el proceso de cocción
2 m	1 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte desde el acopio de embutido hacia el horno de cocción
0 m	35 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Proceso de horneado automatizado
3.3 m	5 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte al área de enfriamiento
0 m	15 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Enfriamiento del embutido
4.1 m	5 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte al área de control de calidad
0 m	10 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Proceso de control de la calidad
5.4 m	3 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte por banda al área de empaçado
0 m	20 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Empacado del embutido
2.4 m	5 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte desde el área de empaçado hasta la bodega de acopio
0 m	30 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Almacenamiento del embutido hasta su despacho final
7 m	12 min	<input type="checkbox"/> <input type="circle"/> <input type="triangle-down"/> <input type="square"/> <input type="triangle-right"/> <input type="triangle-down"/>	Transporte desde el área de almacenamiento al vehículo de salida

Tiempo Total del Proceso **3,72 horas**  
 Distancia Total Recorrida **46,4 metros**



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## Tabla de Ingresos mensual

	Ciclos de producción al mes	Cantidad de producto por ciclo (Kg)	Precio de producto por (Kg)	Ingresos al mes en dólares
Situación actual	35	100	4,5	15750
Situación final	42,7	100	4,5	19215

### CUADRO DE CALCULO DE TIR - VAN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VENTAS		19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215	19215
<b>.- GASTOS VARIABLES</b>		11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1	11085,1
<b>.=CONTRIBUCION MARGINAL</b>		8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130	8130
<b>.-GASTOS FIJOS</b>		5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100	5100
<b>.- INTERESES</b>		60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42
<b>.- DEPRECIACION</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>.= UTILIDAD A DE IMPUESTOS</b>		2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969	2969
<b>.- IMPUESTOS (15%)</b>		37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12
<b>.= UTILIDAD NETA</b>		2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932
<b>FLUJOS DE EFECTIVO</b>													
UTILIDAD NETA		2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932	2932
<b>.+ DEPRECIACION</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>.- PAGOS A CAPITAL</b>		60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42	60,42
<b>.- INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO</b>		5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>.+ REC. DE CAPITAL DE TRABAJO</b>		0	0	0	0								5000
<b>.= FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>-5000</b>	<b>-2128</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>2872</b>	<b>7872</b>

TIR (tasa interna de retorno)	<b>32,1973%</b>
VAN (14,5 %) (valor actual neto)	\$7.907,86



## CONCLUSIONES

- Se estableció los parámetros iniciales de funcionamiento de la planta, información necesaria, que permitió establecer la factibilidad y posterior proyección de la automatización de los procesos de producción de los embutidos, así como identificar los componentes requeridos.
- Se determinó que las variables más críticas del proceso de automatización de la planta para la fabricación de embutidos son el control de la temperatura y el tiempo de cocción. El control se logró mediante un sistema conformado por sensores de temperatura, que entregan sus señales a módulos de entrada que hacen la conversión y la entregan a un PLC siemens Logo que realiza comparaciones respecto a los valores deseados y envía las señales a un sistema de actuadores que toman las medidas adecuadas para corregir los valores
- La implementación del sistema de automatización en el proceso de producción involucró realizar la redistribución de los puestos de trabajo, lo que permitió la reducción en el tiempo total del proceso de fabricación en un lote de embutidos, de 4,58 horas a 3,72 horas, reduciéndose en un 18,77% el tiempo total del proceso.



- La automatización y mejoras en el horno de cocción permitió disminuir el tiempo de cocción de 60 min (en el horneado manual) a 35 min (en el horneado automatizado), que representa una reducción del 58.33% siendo la actividad que mayor tiempo lleva de entre las que conforman el proceso de elaboración de embutidos.
- Se estableció que el diagrama de recorrido de la planta es el método de comparación para identificar la variación de los parámetros entre el sistema anterior y el sistema automatizado implementado.
- La producción siendo unos de los énfasis más tomados en cuenta en el tema de investigación, es uno de los parámetros con mayor variación alcanzando una optimización del 122% quedando demostrado que se obtiene un 22% más de producción.



## RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar un estudio más profundo de los diferentes puestos de trabajo que permitan identificar que actividades se puedan mejorar, para que el proceso de elaboración de embutido sea aún más eficiente y más óptimo y así aprovechar la automatización del horno de cocción.
- Se recomienda antes de montar una empresa el respectivo estudio de ingeniería para el correcto funcionamiento de la planta de producción de este modo se garantizará un fluido proceso evitando tiempos muertos y pausa.
- Se recomienda una constante capacitación de los empleados para un correcto control de operaciones en las instalaciones de este modo controlar posibles accidentes y mala manipulación de los equipos.
- Se recomienda aplicar un adecuado plan de mantenimiento a la infraestructura y maquinaria con lo cual quedaría reducido a lo más mínimo los paros por cuestiones técnica que afectan a la producción.



GRACIAS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS