

**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA ITCA-FEPADE**



**APLICACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADA  
EN PRODUCTOS DE BEBIDAS EN LA INDUSTRIA SALVADOREÑA, EN  
FUNCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA ESCUELA DE  
MECATRÓNICA PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO EN  
MECATRÓNICA.**

**POR:**

**EDGARDO ANTONIO GALVEZ ORELLANA**

**MARIO RAFAEL NAVARRETE LARA**

**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIAITCA-FEPADE**





APLICACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE  
CALIDAD AUTOMATIZADA EN PRODUCTOS DE BEBIDAS EN LA  
INDUSTRIA SALVADOREÑA, EN FUNCIÓN DE LA MATERIA  
PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA LA ESCUELA DE  
MECATRÓNICA PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO EN  
MECATRÓNICA.

POR:

EDGARDO ANTONIO GALVEZ ORELLANA

MARIO RAFAEL NAVARRETE LARA

JULIO, 2016

SANTA TECLA, EL SALVADOR, C.A

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA ITCA-FEPADE

ESCUELA EN MECATRÓNICA

## **AUTORIDADES**

### **RECTORA**

LIC. ELSY ESCOLAR SANTODOMINGO

### **VICERRECTOR ACADÉMICO**

ING. CARLOS ALBERTO ARRIOLA MARTÍNES

### **DIRECTOR DE LA ESCUELA**

ING. MARIO ALFREDO MAJANO GUERRERO

### **COORDINADOR DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

ING. JOSE MANUEL TREJO PERAZA

### **ASESOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

ING. EVER SIGFREDO ABREGO PREZA

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA MECATRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

ORDEN DE APROBACIÓN

Título del Trabajo de Investigación:

APLICACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADA EN PRODUCTOS  
DE BEBIDAS EN LA INDUSTRIA SALVADOREÑA, EN FUNCIÓN DE LA MATERIA  
PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL.

Presentado por los bachilleres:

EDGARDO ANTONIO GALVEZ ORELLANA

MARIO RAFAEL NAVARRETE LARA

\_\_\_\_\_  
Ing. EVER ABREGO

ASESOR

\_\_\_\_\_  
Ing. JESUS ULLOA

JURADO 1

\_\_\_\_\_  
Ing. ADAN LOPEZ

JURADO 2

\_\_\_\_\_  
Director de Escuela

\_\_\_\_\_  
Sello de la Escuela

Santa Tecla, a los 14 días del mes de julio del año 2,016

**Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE**  
**Sistema Bibliotecario**  
**Carta de Cesión de Derechos de Autor**

**Nosotros:** EDGARDO ANTONIO GALVEZ ORELLANA, con número de DUI 04374564-9 y MARIO RAFAEL NAVARRETE LARA, con número de DUI 04200132-7, estudiantes de la carrera de: Ingeniería en Mecatrónica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

**Manifestamos:**

- 1) Que somos los autores del trabajo de investigación que lleva por título: APLICACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADA EN PRODUCTOS DE BEBIDAS EN LA INDUSTRIA SALVADOREÑA, EN FUNCION DE LA MATERIA PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL, y que en adelante denominaremos la obra, presentado como requisito de graduación de la carrera antes mencionada, el cual fue dirigido y asesorado por el ingeniero: EVER ABREGO, quien se desempeña como docente de la Escuela de: Ingeniería Mecatrónica en esta institución.
- 2) Que la obra es una creación original y que no infringe los derechos de propiedad intelectual, ni los derechos de publicidad, comerciales, de propiedad industrial u otros, y que no constituye una difamación, ni una invasión de la privacidad o de la intimidad, ni cualquier injuria hacia terceros.
- 3) Nos responsabilizamos ante cualquier reclamo que se le haga a la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, en este sentido.
- 4) Que estamos debidamente legitimados para autorizar la divulgación de la obra mediante las condiciones de la licencia de Creative Commons. (marcar solo una)  
 Reconocimiento (cc by)  
 Reconocimiento - Compartir (cc by -sa)  
 Reconocimiento - SinObraDerivada (cc by -nd)  
 Reconocimiento - NoComercial (cc by-nc)  
 Reconocimiento – NoComercial - Compartirlgual (cc by-nc-sa)  
 Reconocimiento –NoComercial-SinObraDerivada (cc by-nc-nd)  
De acuerdo con la legalidad vigente.
- 5) Que conocemos y aceptamos las condiciones de preservación y difusión, establecidas en la Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

**En atención a lo antes expuesto solicitamos:**

Que la obra quede depositada en las condiciones establecidas en la licencia de difusión anteriormente seleccionada, por lo tanto y con base a los artículos 5, 7 y 8 de la Ley de Propiedad Intelectual; cedemos los derechos de autor de orden patrimonial.

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Firma

Santa Tecla, a los 14 días del mes de julio del año 2016

## INDICE

CAPITULO 1.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 ESTADO DEL LA TÉCNICA- ANTECEDENTES.....	2
HISTORIA DEL CONTROL DE CALIDAD.....	3
IMPORTANCIA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD PARA EL SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS DE EL SALVADOR.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.6 HIPÓTESIS.....	19
CAPITULO 2.....	21
MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION.....	21
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1 PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS CARBONATADAS.....	23
2.1.1 FASES DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS BEBIDAS CARBONATADAS (COCA-COLA).....	24
2.1.2 PROCESO DE PRODUCCION DE COCA COLA.....	29
<i>INSUMOS O MATERIAS PRIMAS</i> .....	31
2.1.3 PROCESO AL QUE SE SOMETE EL AGUA.....	31
2.1.4 CADENA DE PRODUCCIÓN DE COCA-COLA EL SALVADOR..	32
2.2 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 9001:2000.....	33
2.2 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 14000.....	35
2.3 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 17025.....	36
2.3.1 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 22000GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	37
2.4 REGLAMENTO TÉCNICO CENTRO AMERICANO (RTCA).....	38
2.5 NORMA HACCP (ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL).....	39
2.6 CONCEPTOS DE CALIDAD.....	41
2.7 IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.....	42

2.8 LA AUTOMATIZACIÓN .....	44
2.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADO .....	45
2.10 LA MATERIA PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL .....	47
2.11 MERCADO ACTUAL DE BEBIDAS EN EL SALVADOR .....	48
2.12 VISIÓN ARTIFICIAL .....	53
2.12.1 ACROMÁTICA.....	53
2.12.2 CROMÁTICA.....	54
2.12.3 REPRESENTACIÓN DE LA REALIDAD.....	56
2.12.4 IMÁGENES.....	57
2.12.5 ESCENAS 3D.....	57
2.12.6 CÁMARA CON SENSOR DE 3D.....	61
2.12.7 CÁMARA MARCA SICK.....	63
2.12.8 SENSORES MARCA COGNEX.....	66
2.12.9 ACCESORIOS DE CÁMARAS.....	68
2.12.10 ILUMINACIÓN.....	69
2.12.11 LENTES PARA LAS CÁMARAS.....	69
2.12.12 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.....	70
2.12.13 ILUMINACIÓN EN LOS SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL.....	70
2.12.14 FUNDAMENTOS DE LA ILUMINACIÓN.....	70
2.12.14 TIPOS DE REFLEXIÓN.....	71
2.12.15 ILUMINACIÓN POSTERIOR (BACKLIGHT).....	72
2.12.16 ILUMINACIÓN FRONTAL OBLICUA Y DIRECCIONAL.....	73
2.12.17 ILUMINACIÓN FRONTAL AXIAL (DIFUSA).....	75
2.13 ACTUADORES .....	76
2.14 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA CONTROL DE CALIDAD CON VISIÓN ARTIFICIAL. ....	78
2.14.1 SISTEMA PC.....	78
2.14.2 SISTEMA INTELIGENTE.....	80
2.14.3 ELEMENTOS DE CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) .	80
2.14.4 TIPOS DE PLC.....	81
2.14.5 PLC S7-1200 SIEMENS.....	82
2.14.6 PLC CP1H OMRON.....	85
2.14.7 COMUNICACIÓN ETHERNET.....	86
2.14.8 ETHERNET.....	87

2.14.9 COMUNICACIÓN SERIE.....	91
2.14.10 MÉTODO DE TRANSMISIÓN ASÍNCRONA.....	95
2.15 MAQUINARIA Y PROCESOS UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN DE BEBIDAS .....	97
2.15.1 DES AIREACIÓN.....	97
2.15.2 HOMOGENEIZACIÓN.....	98
2.15.3 PASTEURIZACIÓN.....	98
2.16 TECNOLOGÍAS Y EQUIPO UTILIZADO .....	99
2.16.1 EQUIPOS MEDULARES.....	99
2.16.2 TANQUES DE MEZCLA.....	99
2.16.3 FILTRO DE MALLA.....	100
2.16.4 FILTRO PRENSA.....	102
2.16.5 CARBONATADOR.....	103
2.16.6 CARBONATADOR MOJONNIER.....	105
2.16.7 TANQUES DE RESINA.....	107
2.16.8 EQUIPOS PERIFÉRICOS.....	107
2.16.9 REFRIGERADORES.....	108
2.16.10 CALDERAS.....	110
2.16.11 INSPECTOR DE PRELAVADO.....	112
2.16.12 LAVADORA DE BOTELLAS.....	113
2.16.13 MAQUINA LLENADORA.....	114
2.16.14 MAQUINA PELETIZADORA.....	116
2.16.15 SOPLADORA DE BOTELLA PET.....	117
2.16.16 INSPECCIONADORA DE BOTELLAS.....	117
2.17 ELEMENTOS DE INSPECCIÓN ELECTRÓNICOS .....	118
2.17.1 CODIFICADOR ELECTRÓNICO.....	118
2.17.2 SISTEMAS DE MARCADO POR LÁSER.....	119
2.17.3 INSPECTOR DE NIVEL Y TAPA MARCA MCLT.....	119
2.17.4 RECHAZADOR MARCA PUSHER.....	120
2.18 EQUIPOS UTILIZADOS PARA REALIZAR LOS CONTROLES DE CALIDAD A LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL. ....	121
2.18.1 PH METRO (MEDIDA ELECTROQUÍMICA).....	121
2.18.2 CARBONO ORGÁNICO TOTAL.....	126
2.18.3 MÉTODOS DE NPOC.....	127
2.18.4 CONDUCTIVIMETRO.....	128

CAPITULO 3 .....	130
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	130
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	131
3.1 DISEÑO .....	131
3.2 PARTICIPANTES .....	131
3.3 RAZONES POR LAS QUE ELIGIO LA EMPRESA COCA COLA ..	132
3.4 INSTRUMENTOS .....	134
3.5 PROCEDIMIENTO .....	134
3.6 PRESUPUESTO DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL ..	138
CAPITULO 4 .....	141
ALCANCES Y LIMITACIONES .....	141
4.1 ALCANCES .....	142
4.2 LIMITACIONES .....	143
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	144
CAPITULO 5 .....	150
CONCLUSIONES .....	150
5.1 CONCLUSIONES .....	151
5.2 GLOSARIO .....	152
PLC .....	152
VISIÓN ARTIFICIAL .....	152
COMUNICACIÓN ETHERNET .....	152
COMUNICACIÓN SERIAL .....	152
PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN .....	153
LED .....	153
FUENTE DE ENERGÍA DC .....	153
CÁMARA .....	154
SMART CÁMARA .....	154
RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO .....	154
FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO .....	154
OSMOSIS .....	154
SGC .....	155
SGA .....	155
APPCC .....	155
5.3 REFERENCIAS .....	156
5.4 ANEXOS .....	159

ANEXO A .....	160
ANEXO B .....	162
EQUIPOS PARA CONTROL DE CALIDAD MATERIAS PRIMAS .....	162
PH METRO .....	162
CONDUCTIVIMETRO .....	163
ANALIZADOR DE AGUA TOC .....	164
POLARÍMETRO .....	165
ANEXO C .....	166
EQUIPOS DE VISIÓN ARTIFICIAL CONTROL DE CALIDAD .....	166
PLC 1200 SIEMENS .....	166
SMARTCAM .....	167
FUENTE DE VOLTAJE .....	168
ANEXO D .....	169
EQUIPO CODIFICADOR .....	169

## RESUMEN

El presente estudio parte de la importancia de conocer los beneficios que una empresa de bebidas carbonatadas de El Salvador, obtiene al aplicar a sus procesos un sistema de control de calidad automatizado, en función de la materia prima, llenado y producto final. Tomando como base en primer lugar normas de calidad nacional e internacional; que ofrezcan un producto apto para el ser humano, que produzca el menor daño al medio ambiente, y que sea un producto con una calidad indiscutible. Mediante la aplicación de Visión Artificial, Elementos de inspección de olores, consistencias, colores, entre otras variables; se pueda analizar cada uno de los productos de manera ágil y a la vez minuciosa, para que el producto que no cumpla con el estándar de calidad para su consumo y represente algún daño, pueda ser regresado al inicio del proceso o desechado. La inversión inicial al adquirir equipo para realizar las tareas de control de calidad automatizado es alta pero ese costo genera beneficios que una empresa que no lo tenga, al tener tecnología en la línea de producción se crea por ende productos con un alto grado de calidad y al ofrecer un producto con optimas características se vuelve en el preferido del consumidor y estos equipos no le permiten anomalías al producto. Es un estudio cualitativo, en el cual se utilizó la técnica de la entrevista para la obtención de los resultados, esta entrevista se llevó a cabo a Industrias La Constancia.

Palabras clave: Control, automatización, calidad, control de calidad, llenado, materia prima, producto final, sistema de calidad.

**CAPITULO 1**  
**PLANTEAMIENTO DEL**  
**PROBLEMA**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Este estudio espera conocer ¿Cuáles son los beneficios e inconvenientes que una empresa de bebidas se enfrenta al aplicar a sus procesos un sistema de control de calidad automatizado, al ser un mercado del que se sabe poco o nada; se enfatizó en función de la materia prima, llenado y producto final? El producto que más se exporta de la industria de bebidas de El Salvador, es de vital importancia contar con equipo para que realice las tareas de control de calidad de manera automática. Y con ello lograr conocer los distintos métodos, técnicas y procedimientos de control de calidad automatizados, que utiliza la industria de bebidas en El Salvador. Ya que, dicho proceso busca una garantía tanto para el fabricante como para el consumidor final. Por lo tanto, los fabricantes deben ampararse a normas de calidad internacionales, por ejemplo ISO 9001, entre otras más. ¿Por qué regirse por las normas de calidad?, Porque en esencia; agregan valor a la marca, previsibilidad al trabajo de la empresa y el más importante dan confianza al cliente. Toda empresa que se dedique a la elaboración de bebidas debe estar certificada y bajo normas de calidad, ya que de no poseer estas acreditaciones solo pueden vender sus productos solo a nivel local y no internacional, como lo estipula la norma ISO 9001.

### **1.2 ESTADO DEL LA TÉCNICA- ANTECEDENTES**

Lo que buscan las normas de calidad en resumen es: satisfacción de sus clientes, competir en el mercado nacional e internacional, ganar la confianza del mercado como ventaja, encontrar nuevas oportunidades de negocios, asegurar la eficiencia y eficiencia del proceso y mejorar la imagen general de la empresa. Que los respalde para que sus productos sean de excelente calidad y prestigio. La investigación se realizará tomando en cuenta únicamente el envase de vidrio, mostrando así las ventajas y desventajas que se presentan para cumplir en una bebida de alto grado de aceptación y prestigio. Estudios relacionados a dicha temática son bastante limitados en contexto salvadoreño y es por ello, que surge de la necesidad de realizar esta investigación en este ámbito.

La implantación de un sistema de gestión de la calidad según la ISO 9001:2008 se ha convertido en la principal garantía documental que se puede ofrecer al cliente internacional, "cada vez más informado y exigente", con el objeto de asegurarle la calidad de los productos que suministra y las buenas prácticas utilizadas en la organización.

## **HISTORIA DEL CONTROL DE CALIDAD**

Los primeros estudios sobre la calidad se hicieron en los años 30 antes de la Segunda guerra Mundial, la calidad no mejoró sustancialmente, pero se hicieron los primeros experimentos para lograr que ésta se elevará, los primeros estudios sobre calidad se

Hicieron en Estados Unidos. En el año de 1933 el Doctor W. A. Shward, de los Bell Laboratories, aplicó el concepto de control estadístico de proceso por primera vez con propósitos industriales; su objetivo era mejorar en

términos de costo-beneficio las líneas de producción el resultado fue el uso de la estadística de manera eficiente para elevar la productividad y disminuir los errores, estableciendo un análisis específico del origen de las mermas, con la intención de elevar la productividad y la calidad (Ishikawa, 1997).

Cuando en 1939 estalló la Segunda Guerra Mundial, el control estadístico del proceso se convirtió poco a poco y paulatinamente en un arma secreta de la industria, fue así como los estudios industriales sobre cómo elevar la calidad bajo el método moderno consistente en el control estadístico del proceso llevó a los norteamericanos a crear el primer sistema de aseguramiento de la calidad vigente en el mundo. El objetivo fundamental de esta creación era el establecer con absoluta claridad que a través de un sistema novedoso era posible garantizar los estándares de calidad de manera tal que se evitara, sobre todo, la pérdida de vidas humanas; uno de los principales interesados en elevar la calidad y el efecto productivo de ésta fue el gobierno norteamericano y especialmente la industria militar de Estados Unidos, para los militares era fundamental el evitar que tantos jóvenes norteamericanos permanecieran simple y sencillamente porque sus paracaídas no se abrían (Ishikawa, 1997).

Siguiendo con el mismo autor, menciona que en octubre de 1942 de cada mil paracaídas que eran fabricados por lo menos un 3.45 no se abrieron, lo que significó una gran cantidad de jóvenes soldados norteamericanos caídos como consecuencia de los defectos que traían los paracaídas; a partir de 1943 se intensificó la búsqueda para establecer los estándares de calidad a través de una visión de aseguramiento de la calidad para evitar aquella tragedia, no solamente podríamos echar la culpa a los paracaídas sino

que también hubo una gran cantidad de fallas en el armamento de Estados Unidos proporcionaban a sus aliados o a sus propias tropas, las fallas principales estaban esencialmente en el equipo pesado.

Así también, se manifiesta que en esa época, para lograr elevar la calidad se crearon las primeras normas de calidad del mundo mediante el concepto moderno del aseguramiento de la calidad, para lograr un verdadero control de calidad se ideó un sistema de certificación de la calidad que el ejército de Estados Unidos inició desde antes de la guerra. Las primeras normas de calidad norteamericanas funcionaron precisamente en la industria militar y fueron llamadas las normas Z1, las normas Z1 fueron de gran éxito para la industria norteamericana y permitieron elevar los estándares de calidad dramáticamente evitando así el derroche de vidas humanas; Gran Bretaña también aplicó con el apoyo de Estados Unidos, a su industria militar, de hecho desde 1935, una serie de normas de calidad.

Entre 1942 y 1945 es importante decir que Edwards Deming contribuyó precisamente a mejorar la calidad de la industria norteamericana dedicada a la guerra, al final de esta Deming fue a Japón invitado por el comando militar de ocupación de Estados Unidos, ahí tendría un papel fundamental en cuanto a la elevación de la calidad; Deming llegó a Tokio y en 1947 inició sus primeros contactos con ingenieros japoneses, en 1950 fue invitado por el Presidente de la Unión de Ingenieros Científicos Japoneses (JUSEP), a partir de este momento se dio a conocer e impartió unos cursos que se iniciaron el 19 de junio de 1950, por primera vez Deming, el padre de la calidad japonesa hizo uso en Japón ante un grupo importante de su modelo administrativo para el manejo de la calidad, es importante decir que los japoneses no tenían antecedentes

claros de la calidad y que su calidad era verdaderamente fatal antes de la llegada de Deming en 1950 y antes de la visita del Doctor Joseph Juran en el año de 1954 a Japón (Deming y Medina, 1989).

La era de la información enfocada al cliente, la era de la calidad, el inicio de la nueva competitividad, el nacimiento de Asia como nuevo poder global, y de Japón como amo del siglo XXI está precisamente fundamentado en la globalización de la calidad, una nueva estrategia de competir, entender las necesidades del cliente, y por supuesto satisfacer la demanda de los mercados. Debemos establecer que la calidad tanto en Europa como en Japón y Estados Unidos detonó precisamente al terminar la segunda Guerra Mundial y que justamente en este periodo fue cuando las naciones del mundo se organizaron para crear y elevar los estándares de calidad, es por ello que el antecedente de la ISO esta precisamente ligado a hace 50 años, cuando entre 1950 y 1996 la calidad se convirtió en una mega tendencia en el mundo entero (Deming y Medina, 1989).

El autor expuesto, hace mención sobre el papel de los japoneses en el procedimiento de la calidad, donde dicho papel fue ciertamente muy importante, pero no fueron únicamente los japoneses los que invirtieron en el procedimiento de la elevación de la calidad, sino que de hecho Alemania inició un impulso nunca antes visto por elevar la calidad y convertirla en algo fundamental; en Estados Unidos Joseph Juran fue un detonador esencial para este desarrollo, a los nombres de Deming en Japón y Juran también en Japón debe agregarse el nombre de Phillips Crosby que inició en los años 60 una revolución de la calidad en Estados Unidos y el de Armand V. Feigenbaum, otro gran impulsor del control de calidad.

Además, de los muchos principios y procedimientos de los que podemos hablar es importante señalar que la calidad tuvo un papel esencial, diremos que entre enero de 1951 y julio del mismo año los japoneses aplicaron los conceptos de mejora continua de Deming en 45 plantas. Estas plantas tuvieron éxito en cuanto a la implementación de sistemas que permitieron elevar la calidad y es por eso que a partir del verano de 1951 los japoneses quedaron muy reconocidos a Deming y esto llevó a la creación del Premio Nacional de Calidad de los japoneses denominados precisamente así Premio Deming a la Calidad y a partir de noviembre de 1951 aplicado a ser entregado a una empresa o una Institución.

Por supuesto que no es fácil hablar de que la calidad ha llegado al mundo latinoamericano, más bien podríamos decir que empieza a desarrollarse. Algunos países de América Latina como Argentina, Brasil, México, Venezuela, Colombia, Chile, Perú han iniciado verdaderas cruzadas nacionales en torno a la calidad, aun así las industrias latinoamericanas carecen de los niveles de competitividad internacional y es por ello tan importante establecer nuevas fronteras para la calidad en el subcontinente latinoamericano. (Instituto Politécnico Nacional, 2009).

Según las opiniones externadas por Kaoru Ishikawa, señalan que en síntesis lo que permitió elevar la calidad en Japón se debió a:

(a) los sistemas de calidad estadísticos y de control de inspección por muestreo tuvieron verdadera utilidad en Japón.

(b) se logró demostrar que tales métodos eran realmente favorables y que el control de la calidad era posible.

(c) los dispositivos de medición de control para recopilar datos, se veían como una amenaza al principio por los obreros, hasta que fueron bien vendidos por las compañías y estos empezaron a involucrarse y a comprometerse.

(d) los métodos de muestreo no se empleaban correctamente. Los datos no tenían calidad, no eran útiles, la gente no se comprometía sólo se involucraba, pero a través de un esfuerzo sistemático por el cambio organizacional y sobre todo, el cambio cultural, se logró involucrar a la gente.

(e) en un principio la calidad estaba siendo vista como una amenaza y no como un beneficio, pero poco a poco los trabajadores descubrieron que haciendo su trabajo con calidad tendrían todo tipo de beneficios.

(f) en síntesis, la actividad de control de calidad estaba siendo rechazada por los trabajadores en un principio porque los líderes de Alta Dirección se involucraban, pero cuando éstos empezaron a ser capacitados, las cosas cambiaron dramáticamente de esta manera teniendo apoyo la gente de abajo los líderes capacitados y motivados hacia emprender mejoramiento de calidad procuraron la acción y los resultados fueron extraordinarios.

(g) el Doctor Deming cuando llegó a Japón empezó a hablar sobre su modelo de mejora continua pero al principio los líderes no comprendieron lo que él pretendía hacer con la calidad, de esta manera en un principio el éxito se le negó a Deming, fue hasta que los ingenieros y directores generales de todos los departamentos comprendieron el esfuerzo que tenía que hacerse y que el papel principal de protagonismo para mejorar la calidad lo tenían directores o los grandes líderes; cuando realmente se comprendió este sentido de la calidad las cosas cambiaron dramáticamente y empezaron a mejorar y de esta manera surgió la tan famosa

calidad de los japoneses. (Instituto Politécnico Nacional, 2009).

En todo el mundo la calidad se convirtió en una verdadera revolución principalmente en Japón, en Estados Unidos y Alemania, posteriormente en Francia y por supuesto también en Inglaterra en donde podríamos buscar la cuna de la globalización de la calidad. Viniendo de estos orígenes la calidad empezó a circular por todo el mundo, sobre todo a partir de 1960. Entre 1960 y 1970 surgió el éxito fundamental de la calidad como estrategia competitiva de las organizaciones y empresas. A partir de 1970 el concepto "norma de calidad" se ha convertido en una constante en la historia industrial del mundo moderno, la calidad es ya una mega tendencia y se ha globalizado a prácticamente todos los países industriales del mundo, pero también se ha globalizado a muchas organizaciones: debemos recordar otro personaje importante de la historia de la calidad. Hasta principios de los años 60 la calidad permanece en el ámbito de los ingenieros y de la gestión, el hombre en la empresa no es más que un factor, carece de responsabilidad en la obtención de la calidad, pero en octubre de 1961 Phillips B. Crosby lanza su concepto de cero defectos (Ishikawa, 1997).

A partir de 1975 la crisis del petróleo actúa como un enorme impulso para elevar aún más la calidad y la competitividad de las organizaciones, la terrible crisis provoca una competencia nueva por el mercado mundial, la presencia de los nuevos poderes asiáticos encabezados por Japón y su milagro japonés así como de otras naciones del Pacífico como Corea, Taiwán, Singapur y Hong Kong dentro de una estrategia de calidad lleva a Estados Unidos a ser desplazado como el primer productor mundial de automóviles, los japoneses serán ahora los dueños del mercado global de

los automóviles, de la cámara fotográfica, de la industria óptica, los dueños de muchas áreas jamás tocadas por éstos como la relojería, las motocicletas, la industria electrónica y de aparatos domésticos en general; de esta manera los japoneses se convertían en los amos de la tecnología de la postrimería del siglo XX, de esta manera los japoneses haciendo uso de sus estrategias de Círculos de Control de Calidad y Total Quality Control se habían convertido en los dueños, nuevos amos del mundo también los amos de la calidad, a partir de los años 90 sólo los países que tuvieran un verdadero y estricto control de calidad, que aplicaran normas de calidad y sistemas de certificación como el de ISO 900 tendrían cabida en el mundo del siglo XXI, de esta manera los años 90 han sido un acicate constante para el mejor manejo de la calidad y la productividad, de esta manera el mundo que iniciará en el nuevo siglo y el nuevo milenio tendrá en la globalización de la calidad el fundamento Específico para la competitividad, solamente las naciones que tengan la capacidad de mostrar que tienen calidad podrán ofertar en el mercado mundial, para estos tiempos es lógico pensar que el sistema ISO 9000 que tiene vigencia sobretodo en Europa principalmente en Inglaterra, pero también en América Latina, Estados Unidos y Canadá tendrá que ser un sistema cada vez de mayor uso, un sistema que a través de la visión de normalización de la calidad y normalización así como el aseguramiento de la calidad por estándares a control permite demostrar a través de la certificación que los productos de una fábrica de un determinado país pueden entrar a un mercado globalizado y pueden cumplir con los estándares internacionales, a partir de 1970 las normas ISO 9000 han tenido cada vez mayor vigencia. En los años 90 las normas han sido revisadas de sus borradores originales y constantemente reactualizadas, a partir del año 2000 la ISO

9000 regulará los sistemas de comercio mundial en Occidente, y los sistemas de calidad serán el único fundamento que permitirá a las empresas sobrevivir en un mundo cada vez más competitivo (Ishikawa, 1997).

## **IMPORTANCIA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD PARA EL SECTOR ALIMENTOS Y BEBIDAS DE EL SALVADOR.**

Factores de Competitividad de un sector:

- Leyes, Regulaciones y Clima de negocios en general.
- Capacidad de negociación entre proveedores y compradores.
- Barreras de entrada y salida del sector alimentos y bebidas.
- Intensidad de la competencia entre las empresas del sector.
- Aspectos Culturales que inciden en todo lo anterior.

Factores de Competitividad de las Empresas:

- Calidad e inocuidad de los productos.
- Niveles crecientes de Productividad en los procesos de producción.
- Capacidad de atención oportuna a sus Clientes.
- Posicionamiento de los productos.
- Visión y actuación estratégica.

Sector alimentos y bebidas en El Salvador:

Es uno de los sectores priorizados por el Ministerio de Economía.

Debe estar preparado para superar condiciones de acceso a mercados:

- Requisitos Reglamentarios: Etiquetado

Vigilancia de mercado

Aspectos relacionados con inocuidad y trazabilidad

Necesita apoyo para diversificarse y generar ventajas competitivas.

Sector alimentos y bebidas en El Salvador

Necesita producir alimentos y bebidas con calidad e inocuidad para competir en el mercado local e internacional.

La producción de alimentos y bebidas en condiciones higiénicas adecuadas se puede lograr mediante:

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Sistema de Análisis de Peligros y puntos críticos de control (HACCP)

Norma ISO 22000: Sistemas de Gestión para la Inocuidad de los alimentos

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Son principios básicos y prácticas generales de higiene.

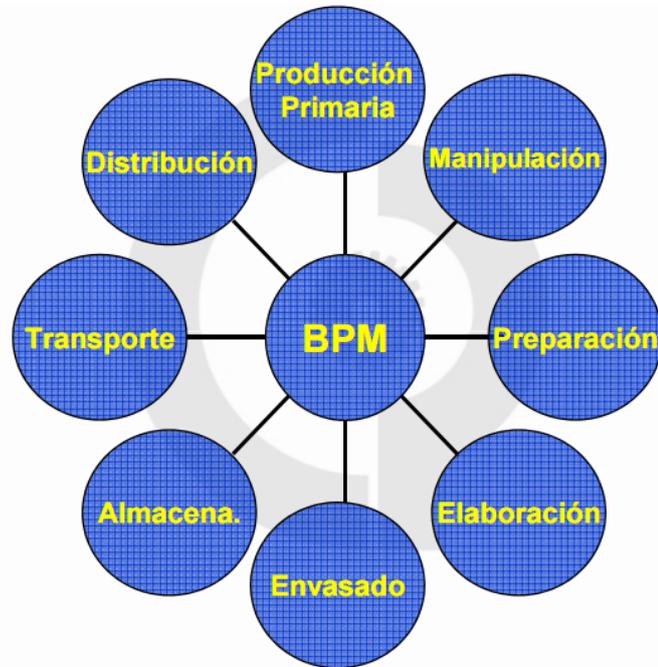
Objeto: **garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos en la preparación.**

Consideran aspectos relacionados con:

Diseño e higiene de las instalaciones y equipos.

Higiene y hábitos del manipulador de alimentos.

Plan de control de plagas en las instalaciones.



Beneficios de la aplicación de sistemas para la inocuidad de los alimentos.

La aplicación de programas y Sistemas de Gestión para la inocuidad de los alimentos contribuyen para:

Evitar la contaminación de los alimentos, disminuyendo las ETAs, cierres, etc.

Satisfacer las expectativas del consumidor en cuanto 13

Satisfacer las expectativas del consumidor en cuanto a seguridad e higiene de los alimentos que consumen.

Cumplir reglamentación técnica en toda la cadena de procesamiento y comercialización de alimentos.

Sistema Salvadoreño para la Calidad y Productividad (SSCP)

Proyecto de Decreto Legislativo "Ley del Sistema Salvadoreño para la Calidad y Productividad"-Presentado a la Asamblea Legislativa.

El SSCP estará conformado por:

Consejo Salvadoreño para la Calidad y Productividad

Organismo de Acreditación

Organismo de Metrología

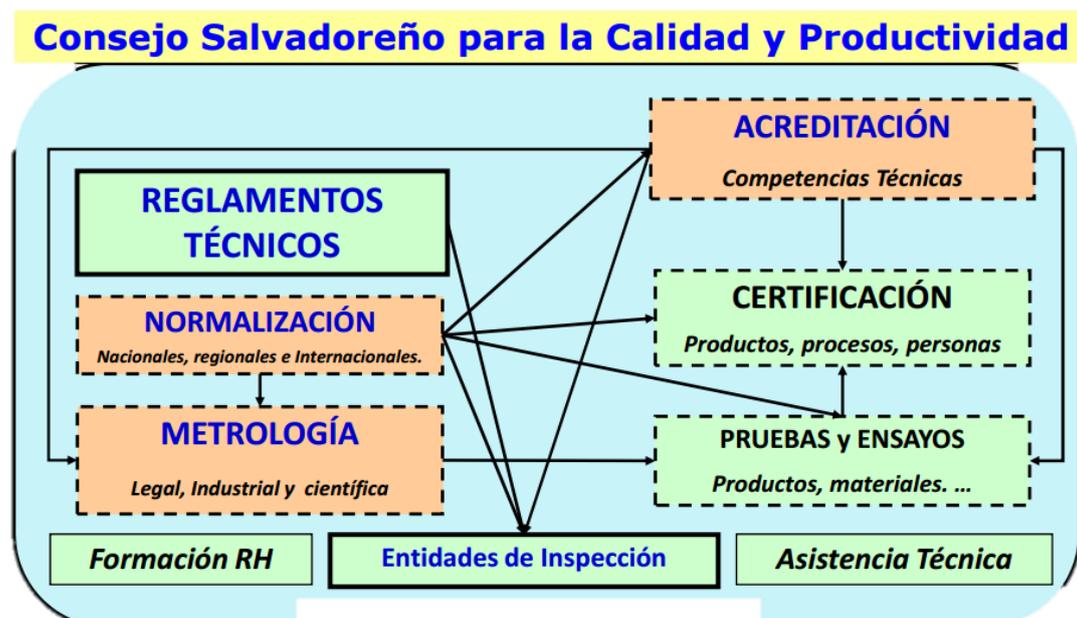
Organismo de Normalización

Organismo de Reglamentación Técnica

Sistema Salvadoreño para la Calidad y Productividad (SSCP)

Visión: Lograr el reconocimiento internacional de la calidad de los productos y servicios producidos en El Salvador.

Misión: Proteger la salud de los seres vivos, el bienestar social, el medio ambiente, la prevención y erradicación de prácticas que induzcan a error, así como promover la eficiencia y competitividad económica.



Servicios de la Dirección de Calidad y Productividad (DCP) para las empresas.

Sensibilización: Inocuidad Alimentaria, Kaizen, 5 S's, entre otros.

Asistencias Técnicas: propuestas de asistencia entre los componentes de Calidad y Productividad e Innovación y Desarrollo Tecnológico.

Precalificación de proyectos: para incorporarlos en los diferentes instrumentos de apoyo del Ministerio de Economía orientados a las PYMEs.

ESTUDIO REALIZADO POR LA DIRECCION DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD Y POR LA INTELIGENCIA ECONOMICA DEL MINISTERIO DE ECONOMIA.

¿QUÉ SE PRETENDE CON ESTA INVESTIGACIÓN?

Este estudio lo que busca es que las empresas adquieran equipos para realizar las tareas de control de calidad. O también actualicen sus equipos por unos más avanzados, lo cual los lleva a hacer sus procesos más rápidos, eficientes y garantizando cero errores o defectos en el producto, para así ofrecer al cliente calidad del más alto grado. Otro punto importante es que las compañías que no invierten en equipo para realizar las tareas antes mencionadas, difícilmente pueden competir con otras empresas, ni exportar sus productos. Ya que al poseer equipo que realice la tarea de control de calidad casi en su totalidad, la calidad del producto será constante y mientras menos intervención humana haya en el proceso, hay menos probabilidades de equivocarse.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La realización de esta investigación es muy importante ya que, por medio de ella se conocerá cuáles son los distintos procesos automatizados que una empresa salvadoreña de bebidas utiliza para ofrecer a sus clientes la calidad de sus productos. Por ende no se cuenta con información alguna referente a este tema "Control de Calidad Automatizado", y es por este motivo que haremos una investigación explorativa. Como se menciona anteriormente la importancia de realizar esta investigación viene a enriquecer el conocimiento de cómo se está desarrollando en control de calidad automatizado en la industria de bebidas, ya que para ofrecer productos superiores a los de las demás empresas deben ser fabricados de forma superior a como lo hacen las demás empresas lo hacen y por consiguiente contar con equipo superior en todo sentido.

Este estudio tiene la finalidad de resolver los problemas de:

Deficiencia en la producción

Desperdicio por producto defectuoso en exceso

Ahorro energético

Minimizar la intervención humana

Realizar el control de calidad a una pequeña muestra de toda el producto

Un proceso de fabricación automatizada en la industria hoy en día, significa un producto final de mayor calidad y más competitivo debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la velocidad de producción, programación de la producción, la reducción continúa de los

residuos y menos probabilidades de equivocarse. Evita el contacto del producto con los recursos humanos, que para el campo de alimentos trae mucho más higiene en el proceso, la confiabilidad y la calidad del producto final. ¿Cómo se garantiza a un cliente extranjero que la empresa es como dice ser? o ¿Cómo tiene pruebas un comprador extranjero de que la actividad de la empresa toma en cuenta no dañar el medio ambiente? Al implementar normas de calidad al proceso, permiten exportar sus productos; para acceder a ciertos mercados resulta imprescindible mostrar que se está cumpliendo con estándares de calidad, que pueden ser una exigencia de los clientes o de su marco legal, aun sino son obligatorias, algunas certificaciones agregan puntos a favor a la competitividad de la empresa.

Chiavenato (1993) en el libro titulado *Iniciación a la administración de la Producción Industrial*, describe que la calidad es la adecuación de algunos estándares previamente definidos. Esos estándares se denominan especificaciones cuando se trata de proyectar un producto o servicio. Cuando esas especificaciones no son bien definidas, la calidad se torna ambigua y la aceptación o rechazo del producto o servicio pasa a ser discutible. Se dice que un producto es de alta calidad cuando se ajusta exactamente a los estándares establecidos y exhibe las especificaciones exactas. Si el producto y la producción son correctos, pero las materias primas no son bien inspeccionadas en la recepción, el producto/servicio final probablemente no atenderá a las especificaciones y deberá ser rechazado.

Así pues, la realización de esta investigación es de vital importancia, ya que, tanto en el área mecatrónica como otras carreras afines, la temática problematizada en este estudio tienen un impacto en dichas áreas. Ya que, es en ese proceso formativo donde el estudiantado va adquiriendo

información sobre la maquinaria y sus sistemas de control de calidad con los que cuentan, además de ello, los procesos que se ejecutan en la industria.

Además, esta tesis permitirá dar a conocer a los lectores, información sobre las normas en que se rigen las empresas de bebidas en este caso. Es por ello, que se vuelve importante transmitirle al estudiantado este tipo de conocimiento para que cuando estén en el ámbito laboral sepan cómo actuar de acuerdo a los reglamentos estipulados. Ya que, esta tesis presenta elementos que facilitarán el desenvolvimiento de estos en lo laboral.

ayudará a que las empresas de bebidas Salvadoreñas que no emplean el control de calidad automático, a compararse con las empresas que si lo emplean, para así tener una perspectiva de lo que necesitan para llevar a cabo la implementación de equipo. O cual ha sido el proceso que aplicó una empresa en particular y evaluar si les conviene aplicarlo a su empresa, fundamentado en un estudio que lo ampare para así llevar a una empresa naciente.

Al presentar el equipo necesario para aplicar el control de calidad automático, a una empresa que carece de conocimientos o simplemente necesita consultar sobre ello, para adquirir el equipo diseñado exclusivamente para el tipo de bebida que se quiere procesar y obtener resultados óptimos.

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Definir el equipo necesario para implementar en una industria de bebidas un sistema de control de calidad automatizado, como también los costos estimados de implementación, características técnicas de los equipos y elementos que complementan dicho sistema; basándose en

la norma ISO 9001 y la ISO 22,000; ya que también se tomó como patrón la empresa Coca Cola.

### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Investigar cuáles son los lineamientos, parámetros y patrones; que utiliza una empresa de bebidas "Industrias La Constancia" (Coca Cola), para llevar a cabo el control de calidad automatizado, de los productos de bebidas en envase de vidrio en función de la materia prima, llenado y producto final.
  
- ✓ Analizar cuáles son las normas de calidad, salud y ambientales a las cuales se rige la compañía Coca Cola.
  
- ✓ Conocer cuál es el sistema de control de calidad de la Industria La Constancia "Coca Cola", como también los equipos utilizados; adecuados para la fabricación de una bebida específica en una industria multinacional; desde la materia prima hasta producto terminado.
  
- ✓ Establecer el costo de los equipos y accesorios; para implementar un control de calidad automatizado, basándose en equipo que cumpla con características similares al utilizado por la empresa Coca Cola.

### **1.6 HIPÓTESIS**

Una empresa que aplique control de calidad automatizado, tiene menos probabilidades de que su producto presente algún defecto, que una empresa que lo aplique con la intervención humana.

La implementación de equipo diseñado para la elaboración de bebidas carbonatas, convierte el proceso de producción más rápido, con menos defectos, entre otros beneficios.

Cabe recalcar también que las empresas que no cuentan con un sistema y equipo similar al utilizado por Coca Cola, al ver todos los beneficios, incrementan la probabilidad de estas de adquirir dicho equipo.

¿Pueden los parámetros de producción de una empresa mejorar, con la implementación del control de calidad automatizado?

**CAPITULO 2**

**MARCO TEORICO DE LA**

**INVESTIGACION**

## **MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN**

En la actualidad, muchas empresas necesitan ser más competitivas, buscan herramientas que les permitan mejorar la calidad y productividad de los productos y servicios. La organización Internacional para la Normalización ISO, ha formulado y aplicado reglas, herramientas y procedimientos para el Sistema de Gestión de Calidad con el propósito que sean utilizados por las empresas que buscan la mejora continua de sus productos, asegura que los productos elaborados por la empresa cumplan con los requisitos de los clientes, además elimina barreras comerciales que surgen de las diferencias y deficiencias que existen entre las normas nacionales, locales y empresariales (Senlle, Stoll, Senlle, Torres, Perozo, García y Hart Vengoechea, 1994).

La Organización Internacional para la Normalización ISO, ha definido la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de establecer un orden en una actividad específica, para beneficio y con la cooperación de todos los interesados y en particular para la obtención de una economía óptima de conjunto, respetando las exigencias funcionales y de seguridad. Así pues, para la realización de este estudio, se mencionarán aspectos que contiene la ISO 9001 para lograr una mejor claridad sobre los requerimientos y requisitos que posee. Es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o

servicios (Senlle, Stoll, Senlle, Torres, Perozo, García y Hart Vengoechea, 1994).

La norma internacional ISO 9001 especifica los requisitos para los SGC, genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia de la categoría del producto/servicio. Son complementarios a los requisitos del producto/servicio, que pueden ser especificados por los clientes, por la propia organización o por disposiciones reglamentarias.

LAS CLÁUSULAS MÁS IMPORTANTES SON:

- Sistema de Gestión de la Calidad
- Responsabilidad de la alta Dirección
- Gestión de recursos
- Elaboración de Producto
- Medición, análisis y mejora

## **2.1 PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS CARBONATADAS**

La industria de las bebidas carbonatadas cuenta con un control de calidad capaz de garantizar la calidad de su producto desde el ingreso de la materia prima hasta que el producto ya sale de la línea de producción. Estos mecanismos les permiten mantener un alto estándar de calidad y proteger a los consumidores finales de cualquier intoxicación o potenciales daños a la salud.

Cuenta con 6 fases de control de calidad para garantizar que el producto final se encuentre con el estándar de calidad óptimo para el consumo humano.

1- Tratamiento de agua.

2- Elaboración de jarabe simple

- 3- Elaboración de jarabe terminado
- 4- Elaboración de la bebida terminada
- 5- Proceso de envasado.
- 6- Distribución del producto terminado

A continuación se describe con mayor detalle las 6 fases necesarias para el control de calidad de las bebidas carbonatadas.

### **2.1.1 FASES DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS BEBIDAS CARBONATADAS (COCA-COLA) .**

#### **FASE 1: TRATAMIENTO DEL AGUA**

El agua es muy importante en el proceso de la fabricación ya que el producto en su mayoría está hecho de agua, el tratamiento de agua tiene 5 pasos a seguir estos son:



Pre tratamiento (primera etapa)

Con este paso se pretenden eliminar los residuos sólidos más grandes como plásticos, trapos, bolsas, maderas, rocas entre otros, esto con la finalidad de proteger los equipos de bombeo que podrían sufrir serios daños de atascamiento a causa de los residuos sólidos o de cualquier otro tipo.

#### Decantación primaria (segunda etapa)

En este paso de tratamiento del agua se aprovecha la gravedad para poder separar los sólidos que aún siguen en el agua, debido a que los sólidos son más densos que el agua, estos caen al fondo donde luego son removidos.

#### Tratamiento secundario (tercera etapa)

El agua residual se almacena en grandes tanques que están abiertos a la atmosfera ya que es necesario que el agua este en contacto con el oxígeno para poder eliminar algunos contaminantes como el fosforo y el nitrógeno, también en esta etapa se agregan bacterias para poder limpiar y eliminar patógenos del agua.

#### Decantación secundaria (cuarta etapa)

Aquí se logra separar el agua de la mayoría de los contaminantes que contiene al igual que "la segunda etapa", se hace uso de la gravedad para separar los componentes más pesados que por diferencia de densidad bajan al fondo del tanque que luego son removidos.

#### Tratamiento terciario (quinta etapa)

Es realizado para eliminar los nutrientes como el nitrógeno mediante algún tipo de reactivo como la sal de hierro

fusionada con bacterias específicas también se desinfecta el agua con hipoclorito de sodio para reducir la cantidad de microorganismos y patógenos.

En cada paso del tratamiento del agua se realizan rigurosas pruebas para garantizar que es totalmente libre de patógenos, todos los pasos son vigilados para adecuarse a la organización mundial de la salud y legislaciones locales.

## **FASE 2: ELABORACIÓN DE JARABE SIMPLE**

Luego que el agua ya se encuentra en condiciones sanitarias se procede a verificar los ingredientes secundarios como el azúcar y el dióxido de carbono, estos son sometidos a pruebas microbiológicas para ver si son aptos o no para la elaboración de la bebida, si no son aptos se regresan al distribuidor.

Luego de garantizar que todas las materias primas cumplen los estándares de calidad se procede a realizar las mezclas en cantidades adecuadas en función de la fórmula, el cual es filtrado y pasteurizado eliminando así cualquier impureza.

## **FASE 3: ELABORACIÓN DE JARABE TERMINADO**

En esta fase del proceso de producción de la bebida carbonatada se realiza la mezcla del jarabe simple con el concentrado que es el sabor y la esencia de la bebida, mezclándose todo en tanques, cada ingrediente se agrega dependiendo de la receta o el tipo de sabor a realizar, hay que mencionar que las mezclas se realizan en tanques de acero inoxidable para prevenir contaminaciones.

#### **FASE 4: ELABORACIÓN DE BEBIDA TERMINADA**

Ya teniendo el jarabe terminado se mezcla con el agua tratada en proporciones adecuadas según lo exija la formula. La mezcla se lleva a cabo en tanques de acero inoxidable, en esta etapa se agrega el carbonatado a la bebida, en esta fase la bebida ya se considera terminada y es enviada a las maquinas llenadoras.

En esta fase se realizan varios sub procesos que se describen a continuación:

- A- Despaletizado
- B- Inspección de pre lavado
- C- Lavado de botellas
- D- Inspección pos lavado
- E- Llenado y tapado
- F- Inspección pos llenado
- G- Codificado
- H- Encajonado y paletizado
- I- Almacenaje
- J- Transporte y distribución

Des-paletizado (etapa a)

Las cajas provenientes del mercado son colocadas en bandas transportadoras, que luego son inspeccionadas visualmente por los operarios.

Inspección de pre lavado (etapa b)

El operador inspecciona las botellas en su interior para ver que no lleven ningún tipo de objeto extraño como papel, animales, piedras entre otros.

#### Lavado de botellas (etapa c)

Se realiza en una maquina lavadora de botellas agregando grandes cantidades de agua caliente y soda caustica a presión para poder remover todas las impurezas que contengan.

#### Inspección pos lavado (etapa d)

Cada botella que sale de la lavadora es inspeccionas por sofisticados equipos de visión artificial para garantizar que se lavaron correctamente de no ser así la misma máquina descarta las botellas para ser reprocesadas.

#### Llenado y tapado (etapa e)

Ya las botellas secas y listas para ser llenadas son transportadas a una máquina llenadoras rotativas que son las encargadas de dosificar la cantidad de líquido según formula, luego que fueron llenadas se coloca el tapón todo este proceso es realizado automáticamente.

#### Inspección pos llenado (etapa f)

Cuando ya las botellas están llenas y tapadas son llevadas a una máquina que revisa el nivel de líquido en las botellas, que se haya tapado bien, este sistema es muy complejo y usa visión artificial con una series de cámaras para poder observar cada botella hay que mencionar que estos sistemas funcionan a una gran velocidad, cual la maquina detecta un problema automáticamente la botella es descartada para ser reprocesada.

Codificado (Etapa g)

Las botellas que pasaron el control de calidad son codificadas con número de lote hora de llenado y fecha de vencimiento, esto se realiza con impresoras de chorro que son capaces de operar a grandes velocidades, hay que mencionar que la impresión tiene doble función ya que en caso de haber un problema con el producto final se puede verificar en qué momento el producto salió con defecto, con esto se logra mejorar los controles de calidad y verificar los procesos de producción.

Peletizado, Almacenaje y Distribución (etapa h, i, j)

En los últimos 3 pasos el producto se coloca en cajas dependiendo de la presentación para luego espaletizado en tarimas estos proceso los realizan con complejos y sofisticados sistemas de automatización.

### **2.1.2 PROCESO DE PRODUCCION DE COCA COLA**

Coca Cola llega a El Salvador en 1,965. Siendo la primera industria de bebidas carbonatadas.

Un proceso es la sucesión de diferentes fases o etapas de una actividad. También se puede definir como el conjunto de acciones sucesivas realizadas con la intención de conseguir un resultado en el transcurso del tiempo.

Cualquier proceso automatizado, en este caso, que se desarrolla en la industria requiere una manera organizada

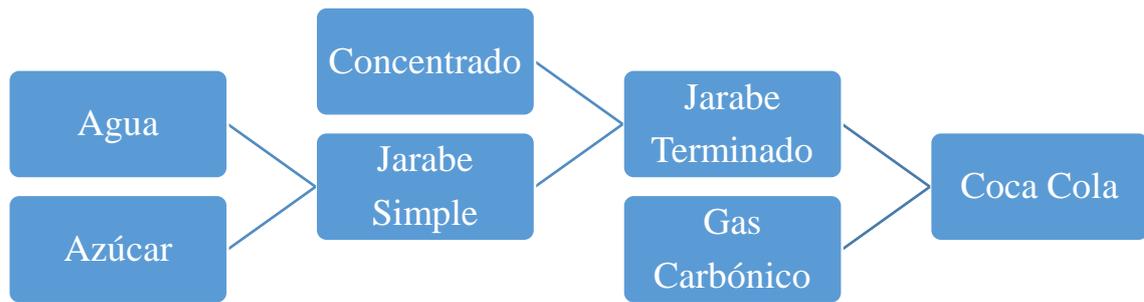
de realizarlo. Es decir, todo proceso automatizado consta de una secuencia de pasos que se siguen para lograr el fin buscado.

En general, los procesos automatizados que tienen lugar en cualquier industria son muy complejos, aunque en esencia el camino que se sigue no difiere de cualquier método de resolución de algún problema práctico, y por ende la compañía Coca Cola no es la excepción.

En un proceso de producción automatizado, es necesario una serie de operaciones sobre los materiales necesarios para la elaboración del producto, con la ayuda de ciertos medios técnicos (herramientas y máquinas) y se necesita personal con habilidades y conocimiento técnico y actualizado de las tecnologías más eficientes que se pudieran aplicar en el proceso de producción de Coca Cola. Por lo tanto, un proceso de producción automatizado es el conjunto de operaciones que integra un ciclo de transformación.

El proceso de producción consta de tres elementos:

- Insumos: materiaprima que se incorpora al proceso para su transformación.
- Producto: resultado final de un sistema de producción.
- Operaciones: etapas del proceso de transformación necesarias para convertir insumos en productos terminados.



### ***INSUMOS O MATERIAS PRIMAS***

En la cadena productiva de la bebida gaseosa Coca Cola, necesitamos materias primas tales como:

**Agua:** Extraída de pozos naturaleza una profundidad de 213 metros, tratada, filtrada y esterilizada, hasta obtener agua apta para elaborar las bebidas gaseosas y no gaseosas.

**Azúcar:** Utilizada para preparar el jarabe simple, el cual pasa por un proceso de filtración y pasteurización para obtener así un producto de alta calidad.

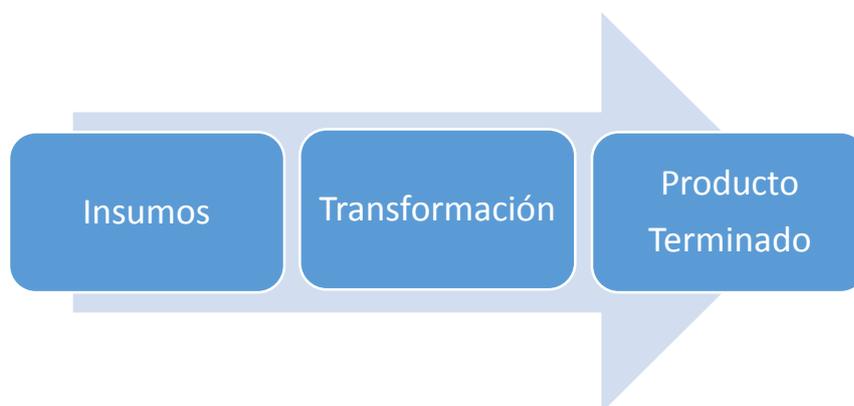
**Concentrado:** Fórmula secreta de la empresa. Es la que le da el aroma, color y sabor a un tipo de gaseosa específico. Esta fórmula solo la conocen dos personas en el mundo y se considera uno de los secretos mejor guardados de la empresa.

**Gas Carbónico:** Es aquel que preserva el producto, y le da esa característica burbujeante y refrescante a la bebida.

### **2.1.3 PROCESO AL QUE SE SOMETE EL AGUA**

1. Sedimentación y Floculación: Retirar los sólidos suspendidos con ayuda de alumbre y cal.
2. Desinfección: Control de microorganismos por la aplicación del cloro.

3. Reducción de la Alcalinidad: Importante para evitar la neutralización de componente de la bebida.
4. Filtración: Remover materiales indeseables.
5. Purificación: Eliminar colores y sabores desagradables.
6. Micro filtración: Retirar microorganismos tales como parásitos y amebas
7. Des aireación: Rectificar el aire ocluido en el agua.
8. Utilizar el agua extraída anteriormente tratada.
9. Mediante filtros se mezcla con el azúcar para formar el jarabe simple.
10. Ese jarabe simple entra en lavado, después de eso se le agrega el concentrado que es la receta secreta de la empresa para formar el jarabe terminado.
11. A continuación se le agrega el Gas Carbónico y procede al proceso de embotellamiento para la posterior distribución y consumo.



#### **2.1.4 CADENA DE PRODUCCIÓN DE COCA-COLA EL SALVADOR**

Cadena producción es el conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo la producción de un bien o servicio, que ocurren de forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas. Coca Cola en El Salvador, tiene la garantía y el prestigio de ofrecer un producto de calidad ya que están administrados

directamente por Coca Cola Estados Unidos, lo cual implica que la empresa situada en este país debe trabajar bajo un estándar o una línea ya fijada para que el producto sea de la misma calidad en USA como en El Salvador.

Una cadena producción consta de etapas consecutivas a lo largo de las que diversos insumos sufren algún tipo de transformación, hasta la constitución de un producto final y su colocación en el mercado. Se trata, por tanto de una sucesión de operaciones de diseño, producción y de distribución integradas, realizadas por diversas unidades interconectadas como una corriente, involucrando una serie de recursos físicos, tecnológicos, económicos y humanos. La cadena productiva abarca desde la extracción y proceso de manufacturado de la materia prima hasta llevarla al establecimiento donde el cliente la adquiere.

El área de Producción de Coca Cola El Salvador, es grande ya que solo adquieren las materias primas y en misma fábrica se producen: TAPAS, BOTELLAS PET Y VIDRIO, ETIQUETAS, CAJAS PARA BOTELLAS DE VIDRIO, entre otros.

El Concentrado o la fórmula secreta es enviado desde USA, y cada contenedor tiene la cantidad para fabricar miles de litros de Coca Cola.

## **2.2LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 9001:2000**

Dentro de su estructura hace mención de distintos apartados que contribuyen a que las empresas sepan cómo efectuar sus procesos de operación. En función de este estudio, solo se mencionará algunos apartados que son importantes para la comprensión del mismo (Houten, 2000).

### **1- RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN**

#### **COMPROMISO CON LA CALIDAD**

A través del liderazgo y sus acciones, la Dirección de la organización debería crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado y en el cual un SGC pueda operar eficazmente. El papel de la alta dirección consiste en: Establecer y mantener una política de calidad y asegurarse que se definen los objetivos de calidad de la organización, medible y coherente con dicha política. Comunicar la política y los objetivos de calidad en el seno de la organización para aumentar la concienciación, la motivación y la participación del personal. Asegurarse de que la organización está plenamente orientada a satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios. Asegurarse de que se identifican y desarrollan todos los procesos necesarios para cumplir con estos requisitos y para alcanzar los objetivos de calidad definidos (Houten, 2000).

#### PLANIFICACIÓN

La planificación del SGC es la respuesta a medio y largo plazo a las directrices de la política de la calidad y a corto plazo a los objetivos de la calidad fijados. La organización debería considerar las siguientes actividades, según proceda, para el cumplimiento de la especificación de servicio para un determinado cliente o tipo de servicio: la preparación de planes de la calidad, la identificación y adquisición de aquellos recursos que puedan ser necesarios para lograr la calidad requerida por el cliente y/o fijada por la organización, la modificación parcial o total de los procesos de producción y de la inspección y ensayo y de sus criterios, la identificación y preparación de los registros de la calidad complementarios cuando los actuales sean insuficientes o no adecuados.

## **2.2 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 14000**

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un aspecto muy importante dentro del sistema de gestión global de una organización; ya que, es un enfoque sistemático sobre los aspectos ambientales de una organización. Un SGA es una "herramienta" que posibilita que una organización, cualquiera que sea su tipo o tamaño, controle el impacto de sus actividades, productos o servicios sobre el medio ambiente natural. Brinda una estructura que ayuda a la organización a identificar aquellos aspectos de su negocio que tienen un impacto significativo sobre el medio ambiente, a establecer objetivos y metas para minimizar estos impactos y desarrollar programas para alcanzar metas e implementar otras medidas de control operacionales para asegurar la conformidad con la política ambiental establecida1 Orígenes (Centro de Comercio Internacional, 2007).

La ISO 14000 es una serie de normas internacionales para la gestión medioambiental. Es la primera serie de normas que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos medioambientales y medir la actuación de acuerdo con unos criterios aceptados internacionalmente. Es por ello, según el Centro de Comercio Internacional (2007) es un conjunto de normas internacionales que centra la atención del mundo entero en el ambiente, y de esta manera fomenta un mundo más limpio, más seguro y sano para todos. La existencia de las normas permite a las organizaciones enfocarse en esfuerzos ambientales con base en criterios aceptados internacionalmente.

La serie ISO 14000 presenta un nuevo enfoque a la protección ambiental para las organizaciones en el mercado global. Esta serie desafía a las organizaciones a: (a) hacer un balance de su impacto sobre el medio ambiente, (b) establecer sus propios objetivos y metas, (c) comprometerse con un proceso eficaz y confiable, con la prevención de la contaminación y la mejora continua y (d) involucrar a todos los empleados y gerentes en un sistema de toma de conciencia compartida y progresista, y de responsabilidad personal por el desempeño de la organización con respecto al medio ambiente (Cordero, y Sepúlveda, 2002).

### **2.3 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 17025**

La Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 establece los requisitos generales relativos a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración que ENAC utiliza como criterios para la acreditación. En algunos casos es preciso aclarar o precisar el contenido o interpretación de algunos apartados de la norma cuando ésta va a ser usada en un proceso de acreditación con el fin de asegurar la coherencia en la evaluación. El presente documento establece dichas aclaraciones y precisiones que deben ser consideradas por los laboratorios como criterios a cumplir en caso de solicitar la acreditación de ENAC y que por lo tanto serán evaluados durante los procesos de acreditación de ENAC. Los criterios aquí expuestos pueden ser complementados por otros de carácter sectorial o específico que están disponibles en su caso en [www.enac.es](http://www.enac.es). Este documento ha sido elaborado con la participación de la Asociación de Entidades de Ensayo, Calibración y Análisis (FELAB)- (EUROLAB España- Asociación Española de Laboratorios de Ensayo, Calibración y Análisis/ AELI

Asociación Española de Laboratorios Independientes) en representación de los laboratorios acreditados.

### **2.3.1 LA ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO 22000 GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA.**

La ISO 22000 es una norma internacional que define los requisitos de un sistema de gestión de Seguridad Alimentaria capaz de cubrir a todas las organizaciones de la cadena alimentaria desde la "granja hasta el tenedor".

La ISO 22000 es una norma internacional adecuada para cualquier empresa de la cadena alimentaria, incluyendo organizaciones interrelacionadas como productores de equipos, material de envasado, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes.

La norma ISO 22000:2005 está pensada también para aquellas empresas que buscan integrar su sistema de Gestión de Calidad, por ejemplo, el sistema ISO 9001, y su sistema de gestión de Seguridad Alimentaria.

La norma combina elementos clave reconocidos normalmente para garantizar la Seguridad Alimentaria en toda la cadena alimentaria, incluyendo:

- Comunicación interactiva
- Gestión de sistemas
- Control de los riesgos de Seguridad Alimentaria mediante programas de requisitos previos y planes HACCP
- Mejora continua y actualización del sistema de gestión de Seguridad Alimentaria

### **¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LA NORMA ISO 22000?**

- Introducir procesos reconocidos internacionalmente en su empresa
- Ofrecer a proveedores y partes interesadas confianza en sus controles de riesgos
- Establecer dichos controles de riesgos en su cadena de suministro
- Introducir la transparencia respecto a las responsabilidades
- Mejorar y actualizar de forma continua sus sistemas para que sigan siendo eficaces

#### **2.4 REGLAMENTO TÉCNICO CENTRO AMERICANO (RTCA)**

Los respectivos Comités Técnicos de Normalización y de Reglamentación Técnica a través de los Entes de Reglamentación Técnica de los Países de la Región Centroamericana, son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de los Reglamentos Técnicos. Están conformados por representantes de los sectores Académico, Consumidor, Empresa Privada y Gobierno. Este Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas. Aditivos Alimentarios; fue adoptado por los Subgrupos de Alimentos y Bebidas y de Medidas de Normalización de la Región Centroamericana. La oficialización de este Reglamento Técnico, conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO).

Miembros participantes.

Por Guatemala Ministerio de Salud y Asistencia Social

Por El Salvador Ministerio de Salud

Por Nicaragua Ministerio de Salud

Por Honduras Secretaría de Salud

Por Costa Rica Ministerio de Salud

## **2.5 NORMA HACCP (ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL) .**

El APPCC - Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, o HACCP por sus siglas en inglés, es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva. Es de aplicación en industria alimentaria aunque también se aplica en la industria farmacéutica, cosmética y en todo tipo de industrias que fabriquen materiales en contacto con los alimentos. En él se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control tendente a asegurar la inocuidad. En 1959 comenzó el desarrollo del HACCP siendo los pioneros del mismo la compañía Pillsbury junto con la NASA y laboratorios de la Armada de los Estados Unidos. El proceso inicial consistía en un sistema denominado Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), cuya utilidad reside en el estudio de causas y los efectos que producen. El HACCP nace con el objetivo de desarrollar sistemas que proporcionen un alto nivel de garantías sobre la seguridad de los alimentos y de sustituir los sistemas de control de calidad de la época basados en el estudio del producto final que no aportaban demasiada seguridad. Al principio su aplicación no tuvo demasiado éxito y el impulso dado por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) no tuvo repercusión. En los años 80 instituciones a

nivel mundial impulsaron su aplicación, entre otros la Organización Mundial de la Salud. El HACCP no es un sistema de gestión de calidad, sino un sistema de gestión de seguridad alimentaria que debe estar definido como premisa para la implantación de un sistema de gestión de calidad, como requisito legal obligatorio aplicable a todo establecimiento alimentario necesario para la obtención de la certificación. Un sistema de gestión de calidad se supone que debe valorar todas las actividades desarrolladas en una empresa para producir un producto además de cumplir la legislación que le aplique, es por ello que cuando una empresa de alimentación desea obtener un certificado tipo ISO 9001, debe demostrar que cumple la legislación y por ende que posee un HACCP. Aunque algunas entidades certificadoras ofrecen la posibilidad de certificar el sistema de autocontrol (HACCP), su verdadera aptitud será determinada por los Servicios Oficiales de Inspección bien por el Ministerio de Sanidad y Consumo o por los organismos que tengan la competencia en cada Comunidad Autónoma. Podemos diferenciar, distintos sistemas de calidad en función de su contenido y/o de las empresas a las que vaya dirigido. Por un lado tenemos la familia de las normas ISO a través de las cuales se analizan todos los procesos de la empresa con el fin de lograr una mejora continua en cada uno de ellos, la cual es de aplicación en todo tipo de empresas, ya que es un tipo de norma centrada en mejorar los procesos de gestión. Dentro de la documentación del sistema de calidad se puede contemplar el HACCP como único documento que forme parte del sistema que integra los distintos aspectos que se deben de tener en cuenta dentro de los diferentes procedimientos que compondrán el sistema de gestión de la calidad.

## 2.6 CONCEPTOS DE CALIDAD

Para una mejor comprensión sobre este estudio, será importante tener en cuenta algunas definiciones teóricas. En principio Evans y Lindsay (2014) mencionan que esta puede ser un concepto confuso, en parte porque las personas la ven en forma subjetiva y en relación con diferentes criterios basados en sus funciones individuales en la cadena de valor producción-marketing además, su significado continua evolucionando conforme la profesión de la calidad crece y madura, ni los asesores ni los profesionales de negocios están de acuerdo con una definición universal.

Sin embargo, algunos autores han aportado sus propias definiciones, de acuerdo con Molina (1998) la calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la capacidad de satisfacer necesidades, gustos y preferencias, y de cumplir con expectativas en el consumidor. Tales propiedades o características podrían estar referidas a los insumos utilizados, el diseño, la presentación, la estética, la conservación, la durabilidad, el servicio al cliente, el servicio de postventa, entre otras.

Además, según Flores y Cesar (1982) la calidad es el grado con el cual un producto específico, satisface ciertos requerimientos; estos requerimientos se pueden tomar bajo diferentes puntos de vista:

- (a) de un consumidor específico
- (b) de los usuarios en general
- (c) del diseño.

Avelar, (1990 citado por Medrano, 2013) en la tesis Aplicación de los Círculos de Calidad en las Empresas Comerciales e Industriales de Guatemala, describe que:

La calidad surgió con el deseo de concentrar los esfuerzos voluntarios de todos los trabajadores de las empresas, con la finalidad de promover el mejoramiento de la calidad y competitividad de los productos. Los círculos originan una contribución al mejoramiento y desarrollo, aumentan la moral y con ello el espíritu de equipo; desarrollan las capacidades humanas al dar al trabajador la oportunidad de participar en la solución de problemas, se mejora la comunicación entre trabajadores y patronos; y aún en los distintos niveles, también se reducen los motivos de queja, el tiempo perdido, los accidentes, la fricción, el ausentismo y las llegadas tarde.

También es importante definir que es control. Flores y Cesar (1982) manifiestan que es el acto de verificar o el de tomar una acción correctiva comparándola con algún parámetro fijo, un estándar o diseño, con el objeto de mantener dentro de los límites establecidos un proceso, y al mismo tiempo, lograr anticipar a los problemas que pueden surgir.

En general, podríamos decir que un producto o servicio es de calidad cuando cuenta con insumos de primera, cuenta con un diseño atractivo, cuenta con una buena presentación, es durable en el tiempo, y está acompañado de un buen servicio al cliente, a tal grado que satisface necesidades, gustos y preferencias, y cumple o sobrepasa expectativas en el consumidor.

## **2.7 IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.**

Es de público conocimiento que las enfermedades de transmisión hídrica (diarreas, parasitosis, disenterías) mantienen desde hace demasiado tiempo en América Latina y el Caribe tasas de mortalidad inaceptables en las sociedades modernas. Existen tecnologías de tratamiento de agua que son utilizadas en algunas industrias que podrían reducir a valores ínfimos tales enfermedades y, de hecho, en los países desarrollados esto es lo que ocurre (Surazo, 2004).

Por ello, todo producto tiene que cumplir unos mínimos requerimientos de fabricación para que llegue con garantía a su consumo o su utilización. Si el producto cumple con todos los estándares que se le suponen, este podrá salir de la fábrica para su venta. En caso contrario, será desechado, destruido o devuelto al comienzo del proceso para su renovación. Lo importante es que cumpla con las especificaciones (Ishikawa, 1997).

#### **¿Qué ES UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADO?**

Es el engranaje que se encargara de planear, ejecutar, coordinar y controlar todas las actividades cuya realización tiene como objetivo entregar al cliente un producto con la calidad requerida por él; uno de sus aspectos principales es el establecimiento de políticas claras de calidad, que perfilen los lineamientos por seguir. Pero todas estas actividades no son realizadas por personas, sino que por maquinas especializadas.

Las mejores empresas son aquellas que cumplen estrictamente el control de calidad de sus productos, ya que ofrecen una garantía al cliente de que todo lo que ofrecen es bueno y que su consumo implica la profesionalidad de categoría de la marca (Ishikawa, 1997).

## **2.8 LA AUTOMATIZACIÓN**

Cuando se habla de automatización, de acuerdo con La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales (Martínez, 2001).

Siguiendo con el autor antes mencionado, por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.

Además otros autores han estudiado y definido estos conceptos. Según Pere y Granollers (s. f.) la automatización refiriendo a la producción significa traspasar las tareas recurrentes realizadas por una persona a una máquina. La medida en la que las máquinas van

sustituyendo a las personas es un indicador del nivel de automatización. Cuanto más alta sea la especialización del producto, tanto más provechoso es un nivel alto de automatización. Se habla de una automatización parcial si en algunas etapas las tareas son traspasadas a máquinas mientras que las personas siguen manejando el resto de los procesos. En una producción completamente automatizada las máquinas cumplen todas las etapas mientras que las personas mantienen los programas electrónicos, supervisan el flujo de producción e intervienen en casos de fallos en el sistema.

## **2.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADO**

Se hará mención de algunas ventajas y desventajas que el control de calidad puede manifestar. Dentro de las ventajas están:

- (a) Permite aumentar la producción y adaptarla a la demanda
- (b) disminuye el coste operación
- (c) consigue mejorar la Calidad del Producto y mantenerla constante
- (d) mejora la gestión de la Empresa
- (e) disminuye de la mano de obra innecesaria y por último
- (f) aumento de la Seguridad Industrial. Sin embargo, existen algunas desventajas, están son:

- (a) incremento de la energía consumida por producto,
- (b) altos costos de inversión inicial,
- (c) exigencia de mayor nivel de conocimientos de los operarios.

(d) obsolescencia de las tecnologías.

## **2.10 LA MATERIA PRIMA, LLENADO Y PRODUCTO FINAL**

Es importante también constar con otras definiciones que enriquezcan este estudio, según Aznar y Cabanellas (s. f.) la materia prima consiste en todas aquellas sustancias líquidas, sólidas y gaseosas que se utilizan en la fabricación que se utilizan en la fabricación de productos elaborados.

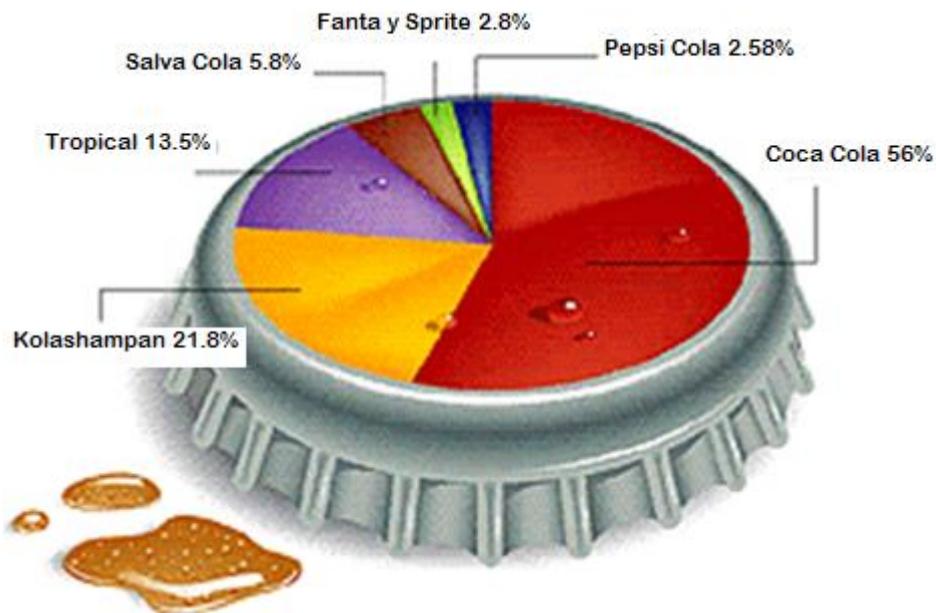
Así pues, toda empresa que su actividad es industrial, dispone de varios artículos y materiales conocidos como Materias Primas que al ser sometidas a procesos se obtiene un artículo terminado o acabado. Por lo que podemos definir que la Materia Prima es aquel o aquellos artículos sometidos a un proceso de fabricación que al final se convertirá en un producto terminado.

Cardona, (1980) en la tesis, El Control de Calidad y la Importancia de su aplicación en la Industria, menciona que la actividad de control de calidad durante el proceso de producción ha sido debidamente programada, la inspección del producto terminado se convierte en una tarea muy sencilla y confiable. El control de efectivo durante el proceso garantiza un mejor producto final, o sea que existirán mayores probabilidades de que éste se encuentre dentro de las especificaciones que han sido establecidas. Permite además, mayor seguridad para aprobar el lote, o en todo caso corroborar las deficiencias para rechazarlo.

Además, Sterkel (1985 citado por Medrano, 2013) indica que el control comprueba el artículo fabricado para verificar si está conforme o no, con las especificaciones correspondientes. En caso de que la fabricación no haya cumplido dichas especificaciones, el control tiene el deber de saber por qué: si es debido a la negligencia del operario o a la oficina técnica para que ésta amplíe las

tolerancias por las exigencias del cliente y entonces el control de calidad debe avisar al control de producción para que se designe otra máquina o se modifique el método de trabajo.

## 2.11 MERCADO ACTUAL DE BEBIDAS EN EL SALVADOR



### **EMBOTELLADORA LA CASCADA**

Embotelladora La Cascada S.A, es una empresa de capital totalmente salvadoreño fundada en 1,947 en el departamento de Santa Ana.

El objetivo principal de su fundación es dedicarse a la producción, comercialización y distribución de bebidas gaseosas, siendo a lo largo de su historia una fuente constante de crecimiento y desarrollo para El Salvador.

## **CONTROL DE CALIDAD**

El control de Calidad está presente en cada etapa del proceso de producción de las bebidas. Laboratorios equipados con aparatos de alta tecnología garantizan la calidad de todo lo que comercializamos. El laboratorio de microbiología, asegura que todas las instalaciones, maquinaria y producto estén 100% libre de microorganismos.

No se eligió la empresa salvadoreña EMBOTELLADORA LA CASCADA, debido a que esta no realiza su CONTROL DE CALIDAD AUTOMATIZADO, ya que este es el objetivo principal de este estudio. La empresa cuenta con maquinaria de excelente calidad con la capacidad de competir con cualquier compañía de bebidas, pero el único inconveniente que poseen es que no realizan el control de calidad de manera automática a cada una de las botellas producidas sino que, realizan dicho control de calidad a unas botellas cada cierto periodo de tiempo.

NOTA: no se eligió EMBOTELLADORA LA CASCADA, ya que ellos no cuentan con un control de calidad automatizado, sino que utilizan un laboratorio para hacer pruebas a una parte de los productos y no a todos.

## **AGUA ALPINA**

El AGUA ALPINA, esta es extraída de su propio pozo industrial.

Cumple con normas sanitarias nacionales e internacionales. Cuenta con certificaciones de calidad internacional.



La Organización Para La Salud y Seguridad Pública



International Council of Bottled Water Associations

El Proceso incluye equipos de remoción de minerales, materia orgánica, químicos y eliminación de patógenos. Los filtros tienen tamices tan pequeños como 0.45 micras. Para la desinfección se usa Luz UV y ozonizadores.

Los Procesos de lavados se hacen en etapas utilizando un detergente autorizado para contacto con alimentos. A la salida de la lavadora se tienen envases desinfectados listos para ser llenados.

El llenado se hace en una cabina totalmente cerrada al ambiente, con ingreso de aire estéril y presión positiva.

Para asegurar aún más la inocuidad, el llenado se hace sin contacto directo con el personal, se cumplen normas de Buenas Prácticas de Manufactura y Sanitizados. Fuera de la cabina de llenado, el producto es codificado para una fiel identificación del producto.

NOTA: la empresa Agua Alpina no nos proporcionó información ni permisos ya que ellos cuidan su proceso y la maquinaria con la que cuentan, es por este motivo que también nos limitamos a agregar más información.

## **LECHE SALUD**

Con mucho entusiasmo y grandes esfuerzos, Don Abraham Castillo Souza, Fundador y pionero, junto al resto de

socios, iniciaron en la ciudad de Sonsonate, la producción y distribución de esta exitosa marca. El primer pedido fue de 1,200 botellas, las cuales fueron incrementando poco a poco, logrando al cabo de un año, producir 5,000 unidades.

En la actualidad, la Cooperativa Ganadera de Sonsonate, es el mayor fabricante de leche envasada en el país, llegando a una producción de más de 125,000 litros diarios y es reconocida en todo el territorio nacional por sus productos SALUD, marca líder en el mercado salvadoreño.

Y fue así como gracias a esa preferencia, que comenzando la década de los setentas, la empresa tomó la decisión de invertir en nueva maquinaria que le permitiría modernizar su producción en el envasado, con lo cual se pudo incursionar en la diversificación de productos que vino a asegurarle el constante crecimiento que desde entonces la empresa ha mantenido. Sin embargo, la visión de sus dirigentes siempre fue más allá de lo previsto.

En las décadas siguientes, se puso mucho énfasis en mejorar el procesamiento de la leche. Esto dio paso a la adquisición de nuevas envasadoras, equipamiento de laboratorio de control de calidad y mejores sistemas de distribución. Igualmente en esa época, se estableció el nuevo sistema de Ultra pasteurización en el proceso de la leche y se ampliaron las líneas de productos fabricados, como refrescos, jugos y agua. Con estas ampliaciones, la Sociedad Cooperativa Ganadera de Sonsonate, logró estar en capacidad de satisfacer las distintas demandas del mercado, por productos de primera calidad.

Con la llegada del nuevo siglo, las inversiones marcaron otro gran paso histórico para la compañía. En el 2002 se adquirió lo último en maquinaria para la fabricación de leche de larga duración, una decisión de gran significado para la empresa, que generó un crecimiento mucho mayor que otras marcas que cuentan con más tiempo de existencia en esta categoría.

Entre las tareas de control de calidad que aplica esta empresa están: las vacas se ordeñan de manera automática y eficiente implementando ordeñadoras de alta tecnología, entre otros aparatos para sanitizar las ubres de las vacas, y el pasto que comen las vacas es observado y cuidado por agrónomos y periódicamente le realizan pruebas para asegurarse que no contenga agentes extraños, etc.

Ya obteniendo la leche una máquina especial se encarga de enfriarla y de mantenerla lo más alejada del entorno para que esta no adquiera bacterias, en este instante la leche es llevada hasta la planta para seguir con el tratamiento posterior.

La empresa cuenta con máquinas ultra pasteurizadoras, entre otra maquinaria de alta tecnología.

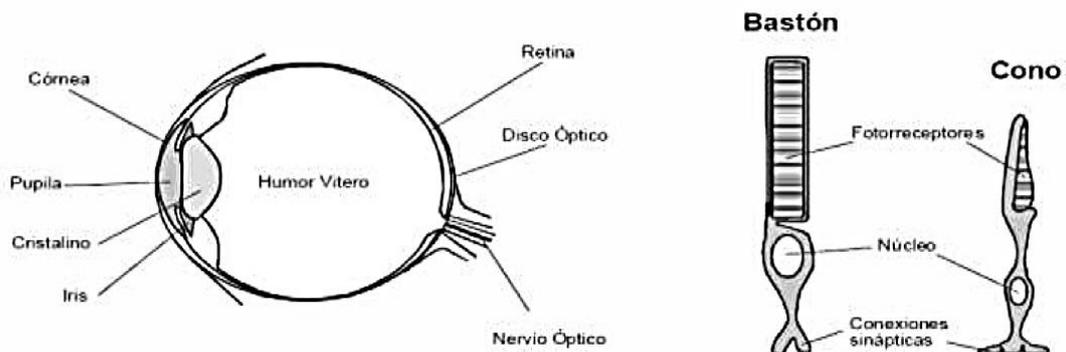
NOTA: no pudimos obtener la información posterior a la que somete la leche, ni pudimos hacer visitas ya que se nos negó el permiso para ingresar a dicha empresa, y es por este motivo que nos limitamos a agregar más información.

## 2.12 VISIÓN ARTIFICIAL

### PERCEPCIÓN HUMANA

#### 2.12.1 ACROMÁTICA

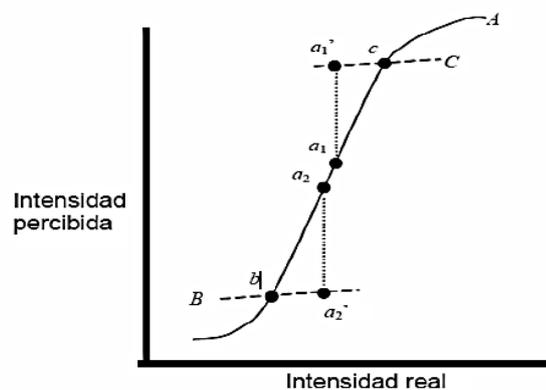
La percepción del brillo de una imagen la realizan en el ojo los bastones (ver Figura 1). Los bastones son unas células especializadas que tenemos en la retina, en un número superior a 100 millones, que son capaces de detectar y medir el brillo de los haces luminosos que les llegan. La sensación de brillo está relacionada con dos fenómenos: (a) la sensibilidad a la intensidad y (b) la inhibición lateral (Vélez, s.f, citado por Montenegro, 2009).



**Figura 1**

Siguiendo al autor mencionado, los seres humanos son capaces de distinguir un rango muy amplio de Intensidades. Sin embargo la relación entre la intensidad

real de la luz reflejada por un pigmento y la intensidad percibida por un humano no es lineal. La curva A de la Figura 2 representa el brillo apreciado en relación con el brillo físico reflejado por un pigmento. Se aprecia que el humano es capaz de distinguir pigmentos de intensidades poco diferentes (como el  $a_1$  y el  $a_2$ ) cuando los cuerpos que tienen esos pigmentos están próximos espacialmente. Sin embargo, los contrastes acentuados hacen que esta sensibilidad decrezca. Por ello, cuando hay involucrados pigmentos con intensidades muy dispares simultáneamente, como el  $b$  y el  $c$ , la distinción entre intensidades próximas decrece. De manera que la percepción de  $a_2$  y  $a_1$  se sitúa en curvas similares a la B y a la C respectivamente, que como se aprecia las hacen percibir como lejanas ( $a_1'$  y  $a_2'$ ).



**Figura 2.** La línea A representa la relación entre el brillo distinguido por el ojo humano y el nivel de brillo real.

### 2.12.2 CROMÁTICA

La percepción del color de una imagen la realizan los conos (ver Figura 1). Son unas células especializadas,

dispuestas en la retina en un número cercano a los 6 Millones, que son capaces de variar su comportamiento ante cambios en la longitud de onda de una radiación electromagnética. Basándose en la información aportada por los conos el cerebro construye la sensación de color Vélez (s.f, citado por Montenegro, 2009).

Así también, los conos del ojo humano tienen una sensibilidad menor que los bastones. Se dice popularmente que "de noche todos los gatos son pardos", reflejando el hecho de que con poca luz sólo los bastones captan suficiente energía para activarse. Estudios fisiológicos han revelado que existen tres tipos de conos, que se han denominado mediante las letras S, L, y M. Los conos de tipo S (short) son más sensibles a las radiaciones con longitud de onda corta (azules), los M (medium) a las radiaciones de longitud media (verdes), y los L (large) a las de longitud larga (rojos). Así, la sensación de color que percibimos está relacionada con la energía que tiene a diferentes longitudes de onda una radiación electromagnética.

La anterior información nos muestra que entre la visión artificial y la visión humana todavía hay grandes diferencias, sin embargo en procesos tecnológicos los sistemas de visión artificial pueden ser más efectivos que la visión humana como se plantea en los siguientes aspectos: (a)La velocidad de la visión humana es de 0.06 segundos, mientras que en las máquinas de estado sólido es de 0,00001. (b)La visión humana se cansa y se ve afectada por las emociones, los sistemas de visión artificial no. (c)La visión humana es poco inconsistente por la fatiga y las distracciones, la visión artificial

mantiene el nivel de rendimiento constante. (d) Los sistemas de visión artificial pueden trabajar en entornos muy peligrosos, con riesgos químicos, biológicos, ruido, contaminación, temperaturas altas y bajas. (e) El ser humano puede diferenciar entre 10 o 20 niveles de gris los sistemas de visión artificial tienen una definición muy superior. Y (f) Dentro del espectro electromagnético (figura 3) la visión humana capta solo frecuencias y amplitudes dentro del rango de luz solar, mientras que los sistemas de visión artificial pueden captar todo el espectro electromagnético.

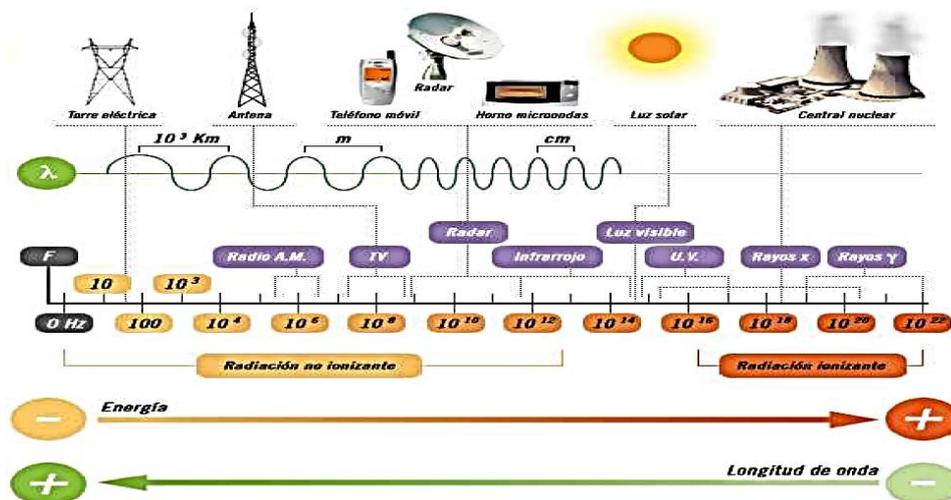


Figura 3

### 2.12.3 REPRESENTACIÓN DE LA REALIDAD

Un sistema de Visión Artificial actúa sobre una representación de una realidad que le proporciona información sobre brillo, colores, formas, etcétera. Estas representaciones suelen estar en forma de imágenes estáticas, escenas tridimensionales o imágenes en movimiento.

#### 2.12.4 IMÁGENES

Una imagen bidimensional es una función que a cada par de coordenadas  $(x, y)$  asocia un valor relativo a alguna propiedad del punto que representa (por ejemplo su brillo o su matiz). Una imagen acromática, sin información de color, en la que a cada punto se le asocia información relativa al brillo, se puede representar como una superficie, en la cual la altura de cada punto indica su nivel de brillo. Una imagen en color RGB se puede representar asociando a cada punto una terna de valores que indica la intensidad de tres linternas (una roja, otra verde y otra azul). Una imagen de color de espectro completo se puede representar asociando a cada punto un diagrama espectral de emisión de color. En la imagen que se muestra a continuación la figura de la derecha puede presentarse como una superficie. En ella la coordenada  $z$  para el punto  $(x, y)$  corresponde al brillo que tiene en la imagen plana.

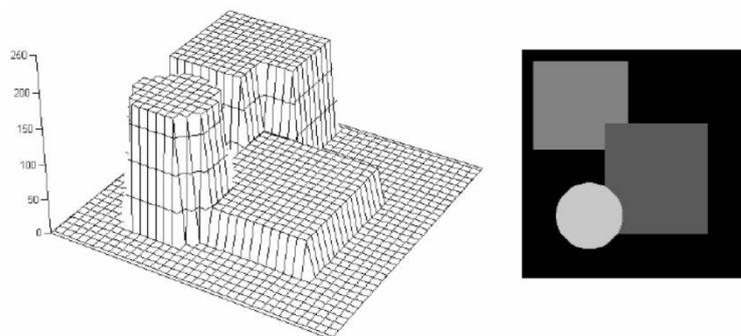


Figura 4. La imagen plana (2D).

#### 2.12.5 ESCENAS 3D

Otra forma de representar la realidad consiste en asignar a cada punto del espacio que pertenece a un objeto  $(x, y, z)$  una propiedad del punto (su existencia, su intensidad, su matiz, etcétera.). Al trabajar con imágenes 3D, como se tiene la forma de los objetos, la información de brillo y color puede no ser tan relevante.

ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL. Se ha visto que el ser humano captura la luz a través de los ojos, y que esta información circula a través del nervio óptico hasta el cerebro donde se procesa.

Existen razones para creer que el primer paso de este procesado consiste en encontrar elementos más simples en los que descomponer la imagen (como segmentos y arcos). Después el cerebro interpreta la escena y por último actúa en consecuencia. La visión artificial, en un intento de reproducir este comportamiento, define tradicionalmente cuatro fases principales: (Ver figura 5)

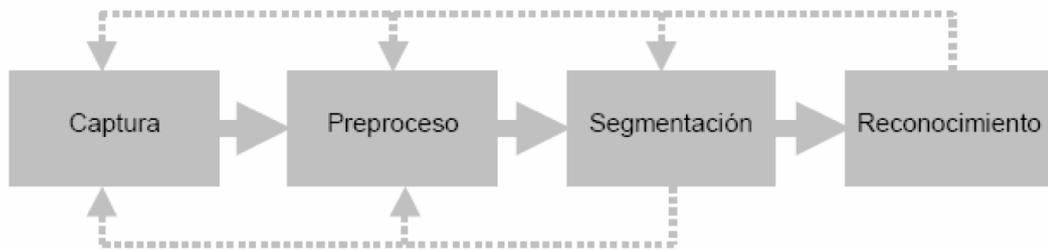
**La primera fase:** Es puramente sensorial, consiste en la captura o adquisición de las imágenes digitales mediante algún tipo de sensor.

**La segunda fase:** Consiste en el tratamiento digital de las imágenes, con objeto de facilitar las etapas posteriores. En esta etapa de procesamiento previo es donde, mediante filtros y transformaciones geométricas, se eliminan partes indeseables de la imagen o se realzan partes interesantes de la misma.

**La tercera fase:** Se conoce como segmentación, y consiste en aislar los Elementos que interesan de una escena para comprenderla.

**La cuarta fase:** Es de reconocimiento o clasificación. En ella se pretende distinguir los objetos segmentados, gracias al análisis de ciertas características que se establecen previamente para diferenciarlos.

Estas cuatro fases no se siguen siempre de manera secuencial, sino que en ocasiones deben realimentarse hacia atrás. Así, es normal volver a la etapa de segmentación si falla la etapa de reconocimiento, o a la de pre-proceso, o incluso a la de captura, cuando falla alguna de las posteriores.



**Figura 5. Diagrama de bloques de las etapas típicas en un sistema de visión artificial.**

CÁMARAS DE VISIÓN ARTIFICIAL. Una cámara de visión artificial es una combinación de un sensor de imágenes y un procesador de alto rendimiento que arroja resultados de inspección en vez de imágenes. Las Cámaras de visión artificial son ideales para aplicaciones industriales de visión, incluyendo inspección de empaçado, verificación de ensamblado, lectura de códigos en 1D o 2D, así como guía de motricidad. Las de visión artificial reducen costo y tiempo de inspección al procesar imágenes en la cámara con un procesador.

Las cámaras que se utilizan en visión artificial requieren una serie de características específicas, como el control del disparo de la cámara para capturar las piezas que pasan por delante de la cámara exactamente en la posición requerida.

Se realizó una búsqueda de las diferentes tecnologías en sistemas de visión artificial disponibles con el propósito de conocer y verificar si es posible detectar los defectos descritos anteriormente.

CÁMARA MARCA IFM. Cámara de visión artificial marca IFM Referencia 02D222 donde se pudo verificar las características técnicas de equipo y la capacidad de inspección. (Ver figura 6).



**Figura 6**

Características técnicas de la cámara.

A continuación se mencionan algunas características técnicas:

- (a) Sencilla configuración de parámetros.
- (b) Caja muy pequeña para flexibilidad de uso.
- (c) Alto desempeño: Reconocimiento simultáneo de hasta 32 contornos.
- (d) Luces traseras muy planas con una altura de tan solo 9.2 mm.
- (e) Las luces traseras con un segundo modo de operación producen cuatro veces más luz.

Tipo	Dimensiones [mm]	Tamaño máximo del campo de visión [mm]	Índice de detección [Hz]	Velocidad máxima de movimiento [m / s]	Tensión de alimentación [V]	Consumo [mA]	N ° de pedido
<b>Iluminación: infrarrojos (850 nm) • DC PNP</b>							
	60 x 42 x 59	400 x 300 mm	20	1	24 DC ± 10%	<300	▶ O2D224
	60 x 42 x 53,5	650 x 500 mm	20	1	24 DC ± 10%	<300	▶ O2D220
	60 x 42 x 53,5	1280 x 960 mm	20	1	24 DC ± 10% de	<300	▶ O2D222
<b>Iluminación: infrarrojos (850 nm) • DC NPN</b>							
	60 x 42 x 59	400 x 300 mm	20	1	24 DC ± 10%	<300	▶ O2D225
	60 x 42 x 53,5	650 x 500 mm	20	1	24 DC ± 10%	<300	▶ O2D227
	60 x 42 x 53,5	1280 x 960 mm	20	1	24 DC ± 10%	<300	▶ O2D229

## Características técnicas de cámara

### 2.12.6 CÁMARA CON SENSOR DE 3D



**Figura 7**

Características técnicas

(a) Detección de objetos y escenas en tres dimensiones y de un vistazo.

(b) Principio de funcionamiento: medición del tiempo de propagación de la luz.

(c) Sistemas de iluminación, medición del tiempo de propagación de la luz y evaluación en un solo equipo.

(d) 3.072 valores de distancia por cada medición para una evaluación detallada de las aplicaciones.

(e) Salida analógica de 4...20 mA / 0...10 V o 2 salidas de conmutación para la salida de resultados.

## Aplicaciones

A fin de contar con una operación eficiente de procesamiento de plásticos, es necesario detectar el nivel del plástico en las tolvas o las transportadoras a granel. Una condición de funcionamiento en vacío o seco en la tolva puede provocar tiempo muerto en la máquina, desgastar el equipo o incluso dañar sus componentes. En las aplicaciones tradicionales de detección del nivel, se colocan múltiples sensores de nivel de un solo punto encima de una tolva o transportadora para detectar el nivel del material. Según el tamaño y la forma de los gránulos de plástico, estos pueden cambiar su posición dentro de la tolva y crear colinas y valles.

El desafío es obtener una lectura precisa del nivel. Los sensores ópticos del nivel de punto y los sensores ultrasónicos detectan sólo un punto en la parte superior del producto. Cualquier colina o valle en el material proporcionará lecturas de múltiples niveles que pueden producir una detección incorrecta del nivel.

El sensor de nivel tridimensional se monta encima de la tolva. La distribución de píxeles del sensor con 3,072 puntos de datos se extiende a través de la superficie para detectar el área completa e identificar los puntos altos y bajos, a fin de proporcionar un monitoreo preciso del nivel y el volumen total.

El sensor de nivel tridimensional de ifm está diseñado para evaluar el tamaño, la forma y el volumen en las aplicaciones de procesamiento de plásticos. El sensor

compacto y fácil de usar utiliza medición de distancias tipo tiempo de vuelo para identificar objetos en su campo de visión, y captura el objeto completo en tres dimensiones. El sensor de nivel detecta los puntos altos y bajos de los plásticos en la tolva o en la transportadora. El sensor puede determinar cuando el nivel del producto está demasiado alto o si está concentrado en un área. Los derrames en las transportadoras se evitan al monitorear la distribución correcta de los plásticos.



### **Aplicación real del sensor 3D**

#### **2.12.7 CÁMARA MARCA SICK**

Cámaras de visión artificial marca SICK (ver figura 9) donde se pudo verificar las características técnicas de equipo y la capacidad de inspección.



**Figura 9**

### Características técnicas

La cámara está integrada con: La iluminación, el software, el hardware, la óptica: todo está incluido en el sensor, la sincronización de todos los componentes garantiza la identificación fiable de los objetos.

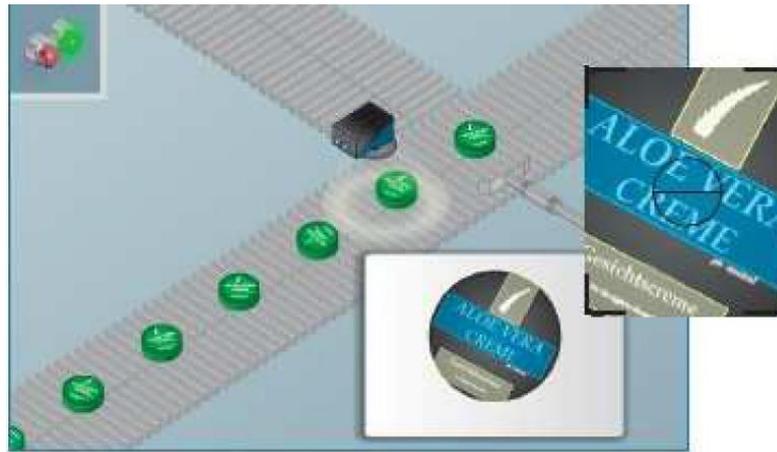
### Algunas aplicaciones con este sistema Aplicaciones

Posición de:

- (a) Etiquetas en botellas, cajas, cartones (viñetas), etc.
- (b) Presencia de código de fecha Inspección de tapones: Presencia, posición, altura, integridad o defectos
- (c) Blíster: presencia/ausencia de tabletas deterioro, sellado de la lámina.
- (d) Bolsas estériles: presencia/ausencia de algún componente.
- (e) Control del nivel de fluido cuando se realiza un llenado no volumétrico Disposición uniforme de envases agrupados.

Esta cámara es idónea para la inspección de etiquetas. Permite varias inspecciones simultáneas, como la presencia de códigos de fecha e identificación de

logotipo. Gracias a un sofisticado algoritmo de localización busca los detalles de interés sea cual sea la orientación en el envase y a velocidades de producción elevadas. Cuenta con la ventaja adicional de una interfaz Ethernet de alta velocidad, lo que permite controlar totalmente la producción monitorizándola a través de red. **(Ver figura 10).**



**Figura 10**

CÁMARA MARCA FESTO. Se contactó con esta firma la cual tiene tecnología en visión artificial (ver figura 11) donde se pudo consultar las principales características técnicas de equipo: (a) Alta capacidad de detección de 185-2000 imágenes/segundo. (b) Inclusión en la red y sincronización de varias cámaras a través de Ethernet. (c) Dimensiones extremadamente pequeñas. (d) Clase de protección IP65/IP67.



**Figura 11**

## Características técnicas de la cámara

	SBOC-Q-R1B	SBOC-Q-R1C	SBOI-Q-R1B	SBOI-Q-R1C	SBOC-Q-R2B	SBOC-Q-R2C
Resolución del sensor [píxel]	640 x 480				1.280 x 1.024	
Tiempo de exposición [ms]	0,027 ... 1.000				0,008 ... 1.000	
Tasa de refresco (imagen completa) [fps]	150				27	
Fijación del objetivo	C-Mount		Óptica integrada		C-Mount	
Tipo de detector	Monocromático	Color	Monocromático	Color	Monocromático	Color
Distancia funcional [mm]	Depende del objetivo seleccionado		22 ... 1.000		Depende del objetivo seleccionado	
Campo visual [mm]	Depende del objetivo seleccionado		14 x 10 ... 520 x 390		Depende del objetivo seleccionado	
Número máx. de programas verificadores	256					
Función de clasificación	Hasta 16 tipos por programa verificador					

### 2.12.8 SENSORES MARCA COGNEX

Los sensores de visión Checker 200 series de Cognex ofrece un rendimiento sin igual y flexibilidad para resolver las aplicaciones más difíciles. Al igual que todos los sensores de visión de Cognex Checker, la serie 200 de iluminación integrado, óptica, cámara, procesador y de E / S en un IP67, todo en paquete industrial lo suficientemente pequeño como para caber en los espacios más reducidos. Sensores de visión Checker ofrecen detección de piezas extremadamente fiable y accesible de inspección con sensores fotoeléctricos.

(a) Utilizar la tecnología patentada Cognex para detectar su parte mediante la comprensión de lo que su parte se parece a lo que elimina la necesidad de un sensor adicional para determinar si la pieza está presente. (b) Inspeccionar múltiples características de la pieza simultáneamente con

un solo inspector produciendo simples pasan / fallan resultados. (c) Supera posiciones distintas partes que elimina la necesidad de una fijación costosa mediante la búsqueda y la inspección de su parte.

Facultar al piso de la fábrica para resolver problemas a través de nuestro sencillo proceso de cuatro pasos y nuestro Configuración con un clic para las inspecciones. Incluso un usuario por primera vez puede tener en marcha y funcionando en cuestión de minutos-sin formación.

Los modelos Cognex Comprobador 200 proporcionan flexibilidad adicional a través de una serie de características únicas. Resuelve tantas aplicaciones de medición y presencia. (a) Los sensores de presencia verifican que las características están presentes. (b) Los sensores de medición verifican que las características son la altura correcta, la anchura y / o diámetro. (c) Industria editor de lógica de escalera estándar permite la personalización de los resultados y elimina la programación de PLC. (d) El seguimiento de piezas basado en un codificador para las líneas de velocidad variable. Hasta ocho salidas con la caja de E / S opcional.

SensorView consola portátil, **(ver figura 12)**, puede ser montado en el panel de para el monitoreo en tiempo real, cambiar de trabajo o la puesta al patrón sin un PC.



**Figura 12. Consola SensorView**

### **2.12.9 ACCESORIOS DE CÁMARAS**

Las cámaras Cognex cuentan con una serie de accesorios para los sistemas de visión artificial los cuales hacen parte integral en el momento de realizar una inspección y verificación de un objeto como:

- (a) Iluminación
- (b) Lentes
- (c) Modulo de entradas y salidas.

A continuación veremos en detalle cada accesorio.

### 2.12.10 ILUMINACIÓN

En el momento de realizar cualquier inspección con los sistemas de visión artificial se debe tener en cuenta la iluminación que es un factor importante complementario a la cámara para poder obtener una buena imagen del objeto a verificar. **(Ver figura 13)**.



**Figura 13. Existen distintas clases de iluminación que dependen de la aplicación a utilizar.**

### 2.12.11 LENTES PARA LAS CÁMARAS

Cognex ofrece una amplia gama de lentes de cámaras compactas de alta calidad, diseñadas específicamente para aplicaciones de visión industrial. **(ver Figura 14)**



**Figura 14**

### **2.12.12 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES**

El módulo de entrada / salida ofrece una sencilla conexión de los sensores en potentes activadores de captura y en salidas, y proporciona 8 líneas de entrada / salida configurables de alta velocidad. (Ver figura 15).



**Figura 15**

### **2.12.13 ILUMINACIÓN EN LOS SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL**

La iluminación es el aspecto más decisivo de cualquier aplicación de visión artificial. Eligiendo la técnica adecuada de iluminación se puede lograr un aumento en la exactitud, en la fiabilidad del sistema y en su tiempo de respuesta. Es un error muy serio y costoso asumir que se puede compensar una iluminación inadecuada con un algoritmo.

La iluminación en las aplicaciones de visión artificial, como todas las tecnologías involucradas, dependen del continuo avance tecnológico para perfeccionar los sistemas que mejoran la calidad de los productos fabricados en la actualidad.

### **2.12.14 FUNDAMENTOS DE LA ILUMINACIÓN**

Existen reglas bien establecidas para la elección de un tipo de lente. Por el contrario, son mucho menos las reglas establecidas para la elección de una buena iluminación, aun cuando ésta última es tan importante

como la elección adecuada de la lente para obtener imágenes utilizables. Para que una característica aparezca en una imagen, la luz debe venir de la fuente de iluminación, reflejarse en el objeto y ser recolectada por la lente (ver Figura 16).



**Figura 16**

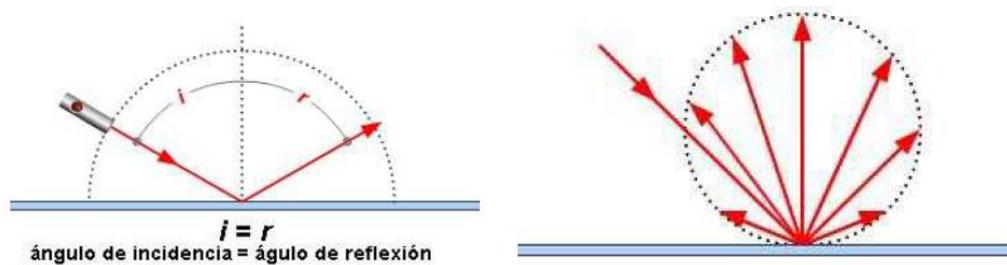
**Fuente: Artículo de Universidad Nacional de Quilmes - Ing. en Automatización y Control Industrial.**

#### **2.12.14 TIPOS DE REFLEXIÓN**

La luz es reflejada por los objetos de dos maneras llamadas *reflexión especular* y *reflexión difusa*. En la reflexión especular, cada rayo incidente se refleja en una única dirección (los rayos reflejados son paralelos). Una pista de estaño en un circuito o un espejo exhiben reflexión especular. Por otro lado, en la reflexión difusa los rayos incidentes son dispersados en un rango de ángulos salientes. Un pedazo de papel es un reflector difuso. En realidad, los objetos exhiben todas las clases de conductas entre los extremos de la reflexión especular y la difusa. Los rayos de luz reflejados por una superficie pulida de metal tienen una componente direccional dominante (reflexión especular) pero que es difundida parcialmente por irregularidades de la superficie (reflexión

difusa). El papel presenta algunas propiedades especulares, como se puede comprobar al leer con luz muy intensa. También hay que decir que existen muchos objetos cuyas partes reflejan de manera diferente. Por ejemplo, un conector eléctrico posee pines brillantes (especular) de metal y partes opacas (difusa) de plástico.

A continuación se muestran los dos tipos de reflexión ver (ver figura 17).



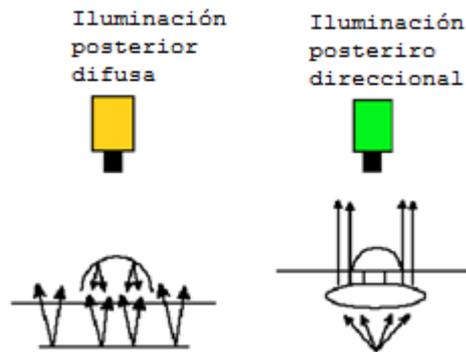
**Figura 17**

### **2.12.15 ILUMINACIÓN POSTERIOR (BACKLIGHT)**

La iluminación posterior permite delinear el contorno de las piezas, minimiza la visibilidad de gabinetes traslúcidos y permite visualizar perforaciones pasantes. Esta técnica brinda un contraste muy alto y es fácil de implementar. En las imágenes tomadas bajo esta técnica, el fondo (background) aparece uniformemente blanco y el objeto se visualiza mediante silueta.

Dentro de las técnicas de iluminación posterior se pueden encontrar la difusa y la direccional. En la iluminación posterior difusa (figura 18) los rayos de luz se transmiten en diversos ángulos, como ya se mencionó. En la iluminación posterior direccional (figura 18), un colimador hace que todos los rayos de luz se propaguen en

direcciones paralelas.



**Figura 18**

A continuación se muestran equipos electrónicos que son utilizados para iluminación difusa. (Ver figura 19).

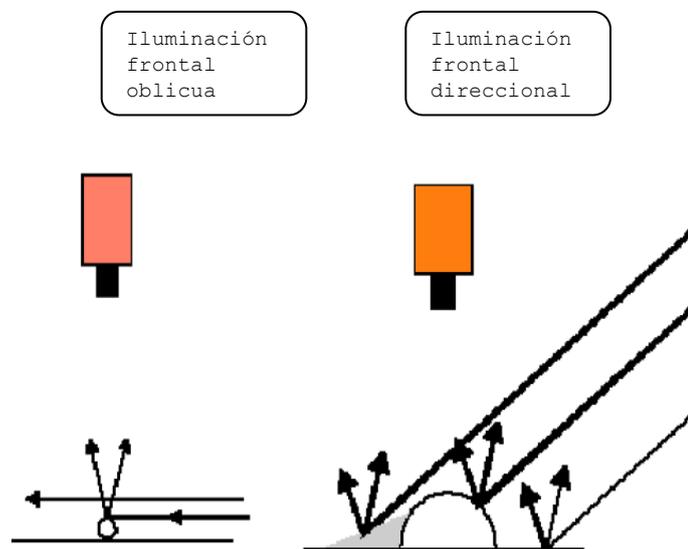
	Modelo	Ancho*	Alto*
	<b>BKL0303</b>	30 mm	30 mm
	<b>BKL0504</b>	40 mm	50 mm
	<b>BKL0705</b>	70 mm	50 mm
	<b>BKL0707</b>	70 mm	70 mm
	<b>BKL1007</b>	100 mm	70 mm

**Figura 19**

### 2.12.16 ILUMINACIÓN FRONTAL OBLICUA Y DIRECCIONAL

La dirección de la iluminación, conocida como el ángulo de incidencia, es el ángulo formado por el plano normal a la

superficie y el rayo incidente. Cuando los haces de luz forman un ángulo de 20 grados con la superficie, se puede maximizar el contraste en objetos con relieves de manera que los bordes aparezcan brillantes frente al fondo oscuro que forman las superficies planas del objeto. En la iluminación frontal direccional, (ver figura 20) el ángulo entre los rayos incidentes y la superficie es de  $30^\circ$ , lo que reduce un poco el contraste pero incrementa la cantidad de información obtenible de las superficies planas.



**Figura 20**

A continuación se muestran dispositivos comerciales Frontal Oblicua e imagen Iluminación Frontal Direccional (ver figura 21).

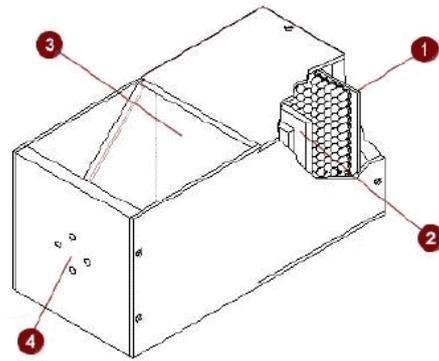
	Modelo	D. interno	D. externo	Tipo de luz
	ALD0303	20 mm	53 mm	Directa
	ALD0606	40 mm	73 mm	Directa
	ALD0707	60 mm	90 mm	Directa
	ALD0907	34 mm	116 mm	Directa
	ALD1108	49 mm	131 mm	Directa

**Figura 21**

### 2.12.17 ILUMINACIÓN FRONTAL AXIAL (DIFUSA)

Mediante esta técnica se puede iluminar desde el mismo eje de la cámara con luz uniforme, incluyendo el centro de la imagen. Permite iluminar uniformemente superficies reflectivas, realza detalles grabados y crea contraste entre superficies especulares y difusas / absorbentes. **(Ver figura 22)**.

El dispositivo comercial de la figura 22 envía luz mediante el divisor de haces prácticamente a 90 grados. Provee iluminación uniforme para superficies reflectivas planas. De esta forma, las superficies reflectivas perpendiculares a la cámara se ven iluminadas, mientras que aquellas que se encuentran a otros ángulos aparecen oscuras.



- 1) Matriz de leds de alta luminosidad.
- 2) Filtros difusores.
- 3) Cristal semireflectante.
- 4) Anclaje para cuatro tornillos.

Figura 22. Iluminación Frontal Axial

### 2.13 ACTUADORES

Se denominan **actuadores** a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado. Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

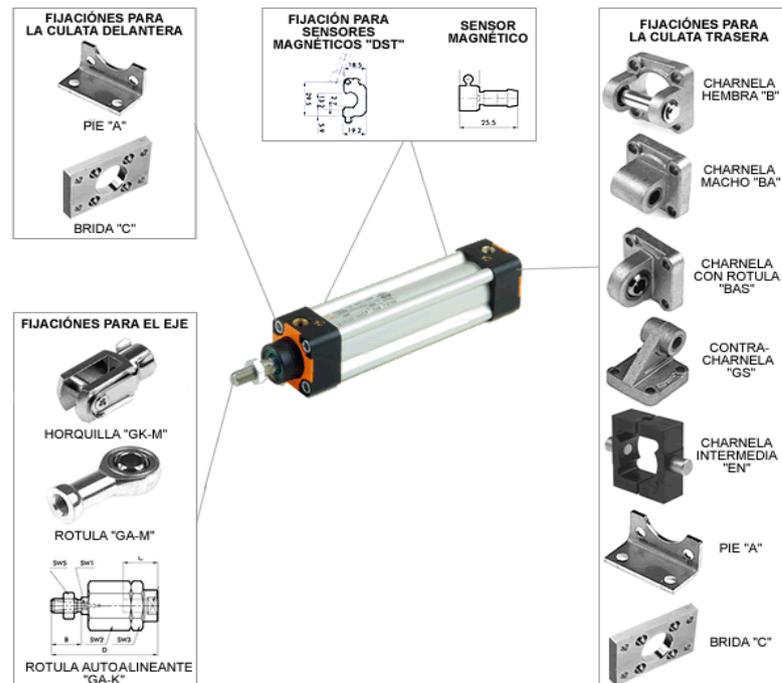


Figura 23

### **Existen 3 tipos de actuadores**

- (a) neumáticos
- (b) eléctricos
- (c) eléctricos.

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos **Mecatrónicos**. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

## 2.14 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA CONTROL DE CALIDAD CON VISIÓN ARTIFICIAL.

### 2.14.1 SISTEMA PC

La primera opción consiste en el empleo de un sistema de inspección típico como el que se puede encontrar en cualquier máquina de inspección mediante visión por computador para la inspección de productos. Esto es, una cámara conectada a un ordenador mediante una tarjeta de adquisición de imágenes cuyo esquema se muestra en la Figura 24. Necesita un inversor de potencia para poder alimentarse de la batería de la máquina.

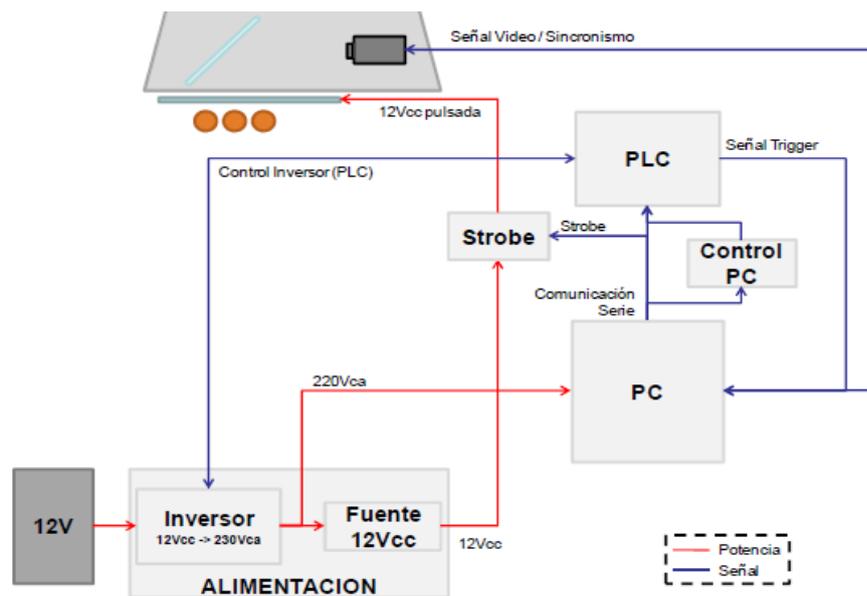


Figura 24

En la computadora se realizan todas las comparaciones y toma de decisiones como la sincronización del sistema de adquisición de imágenes. Trabaja en conjunto con un PLC para activar actuadores y tomar lectura de sensores con el fin de saber en la cual posición mecánica se encuentra la máquina.



### 2.14.2 SISTEMA INTELIGENTE

El segundo sistema de inspección que se ha utilizado en este trabajo, llamado Sistema Inteligente consiste en la utilización de una cámara con capacidad de procesamiento para realizar todas las tareas inherentes a la inspección y que por lo tanto no necesita estar conectada a un ordenador. La Figura 25, en el que se aprecia una menor complejidad, además de traducirse en un importante ahorro energético.

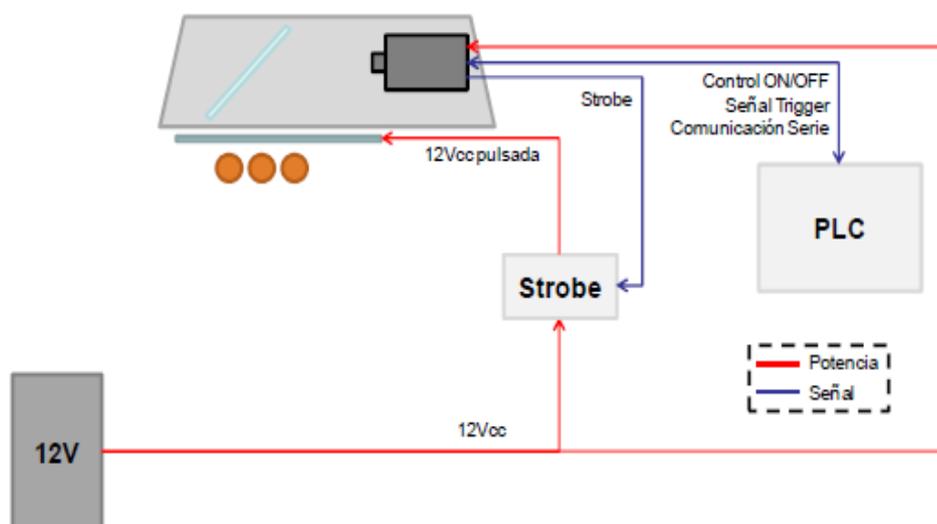


Figura 25

Al observar el sistema anterior es evidente que se necesita menos componentes para realizar la tarea ya que la cámara realiza todas las operaciones y toma de decisiones para ser enviadas al PLC para activar los actuadores.

### 2.14.3 ELEMENTOS DE CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE

#### (PLC)

Originalmente los PLC's fueron sistemas diseñados por ingenieros de la General Motors Company para resolver problemas de lógica de control y sustituir a los antiguos sistemas basados en relevadores.

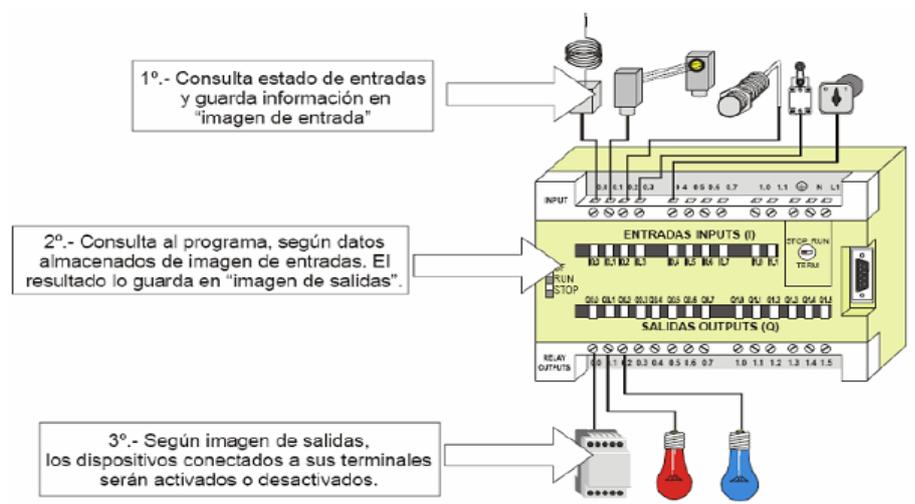
Un PLC es un sistema de microprocesador. En cierta forma se puede decir que es una computadora de tipo industrial. Un PLC tiene una CPU (Unidad central de procesamiento), fuente de alimentación, interfaces para comunicación y puertos de entradas y salidas de tipo analógico o digital que se fabrican en tarjetas o módulos. Tanto el CPU y sus periféricos, que son los módulos de entradas y salidas, se interconectan mediante un bus del sistema que en algunos modelos de PLC's está hecho sobre una placa con ranuras (Slots) en donde se insertan uno por uno, del mismo modo en que se insertan las tarjetas de expansión en la placa base de una computadora personal.. De hecho, muchos modelos de PLC actualmente instalados en todo el mundo fueron realizados con microprocesadores Intel 386/486 (Algunos modelos Ge-Fanuc).

#### **2.14.4 TIPOS DE PLC**



Funcionamiento de un PLC

El funcionamiento del autómata es, **(ver figura 26)**, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión. La figura muestra esquemáticamente la secuencia de operaciones que ejecuta el autómata, siendo las operaciones del ciclo de operación las que se repiten indefinidamente.



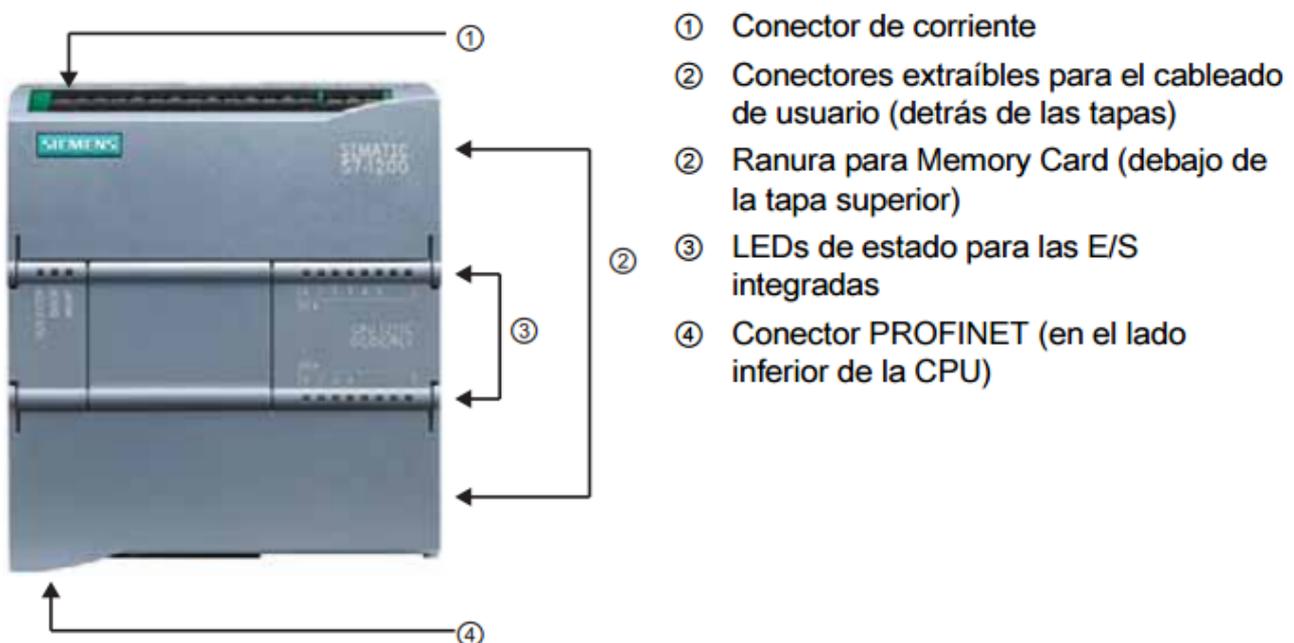
**Figura**

A continuación se describirán algunos PLC que se pueden utilizar para realizar tareas en conjunto con las cámaras de visión artificial.

### **2.14.5 PLC S7-1200 SIEMENS**

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación

integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control: (a) Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones. (b) Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico. Encontrará más detalles en el capítulo "Principios básicos de programación" La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.





## Características técnicas

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo</li> <li>• Memoria de carga</li> <li>• Memoria remanente</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 1 a 30 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 3 a 30 kHz</li> </ul>
• Fase en cuadratura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 80 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 80 kHz</li> <li>• 1 a 20 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 80 kHz</li> <li>• 3 a 20 kHz</li> </ul>
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

### 2.14.6 PLC CP1H OMRON

Con 4 entradas de encoder de alta velocidad hasta 1 MHz (monofásico) y 4 salidas de impulsos hasta 1 MHz (controlador de línea), las CPUs CP1H resultan ideales para el posicionamiento y control de velocidad. Sus 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas opcionales además de control PID avanzado con auto-tuning también las convierten en ideales para aplicaciones de control continuo.

Además, ampliables con unidades de E/S CPM1A (hasta 320 puntos de E/S) y hasta dos unidades de E/S especiales CJ1 o unidades de bus de CPU, las CPUs CP1H ofrecen una amplia gama de interfaces de comunicaciones y unidades de E/S avanzadas. Equipadas con una interfaz USB de serie para la programación y la monitorización, las nuevas CPUs permiten la conexión de un máximo de dos puertos serie para la comunicación con terminales programables o de campo. Y, evidentemente, proporcionan enrutamiento de comunicaciones

'Smart Platform' sobre varias capas de red. Con CX-One se pueden crear programas que permitan al usuario crear, configurar y programar redes, PLCs, terminales programables, sistemas de control de movimiento, controladores, controladores de temperatura y sensores. La CPU de la serie CP1H tiene la misma arquitectura que los PLCs de las series CS/CJ, lo que significa que los programas son compatibles para asignaciones de memoria e instrucciones y también admiten bloques de función y texto estructurado. La serie de CPU CP1H tiene la misma arquitectura que la serie de PLC CS/CJ, lo que significa que los programas son compatibles para asignaciones de memoria e instrucciones y también admiten bloques de función y texto estructurado.

#### Características principales

- (a) 4 entradas de encoder de alta velocidad y 4 salidas de impulsos rápidas
- (b) Alimentación de c.a. o c.c., 24 entradas digitales y 16 salidas digitales (transistor o relé)
- (c) Conjunto de instrucciones y velocidad de ejecución compatibles con CJ1M.
- (d) Ampliable con E/S inteligentes y unidades de comunicaciones de CJ1. (e) E/S analógicas incorporadas (opcionales), puertos serie RS232C y RS-422A/485 (tarjetas opcionales conectables)

#### **2.14.7 COMUNICACIÓN ETHERNET**

Las redes están integradas por diversos componentes que trabajan juntos para crear un sistema funcional. Los componentes de red son fabricados por lo general por varias compañías, por lo que es necesario que exista entendimiento

y comunicación entre los fabricantes en relación con la manera en que cada componente trabaja e interactúa con los demás componentes de la red. Por esta razón se han creado estándares que definen la forma de conectar componentes de hardware y los protocolos de uso cuando se establecen comunicaciones. Los tres estándares más populares que se utilizan son: Ethernet, ARCnet y Token Ring. Ethernet y Token Ring son estándares respaldados por IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers); ARCnet es un estándar de ANSI (American National Standards Institute). En términos de software, para la comunicación de computadoras también existen estándares; la tecnología ARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada) incluye un grupo de estándares de red que especifican los detalles de cómo se comunican las computadoras, así como un grupo de reglas para interconectar redes y para rutear el tráfico de información, conocido de manera oficial como el grupo de protocolos Internet TCP/IP, pero llamado comúnmente TCP/IP. Los protocolos TCP/IP se utilizan para establecer comunicación entre diferentes nodos en un entorno heterogéneo y definen los formatos y normas utilizados en la transmisión y recepción de información. En este capítulo hablaremos del estándar Ethernet y del conjunto de protocolos TCP/IP.

#### **2.14.8 ETHERNET**

Ethernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las LAN, usa el método de transmisión de datos llamado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información; de no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los

otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. Cada paquete enviado contiene la dirección de la estación destino, la dirección de la estación de envío y una secuencia variable de bits que representa el mensaje transmitido. El dato transmitido procede a 10 millones de bits por segundo y el paquete varia en una longitud de 64 a 1518 bytes, así el tiempo de transmisión de un paquete en la Ethernet está en un rango de 50 a 1200 microsegundos dependiendo de su longitud. La dirección de la estación de destino normalmente es referida por una única interfaz de red. Cada estación recibe una copia de cada paquete, pero ignora los paquetes que son dirigidos a otras computadoras y procesa solamente los que son dirigidos a ella. Las velocidades de envío de paquetes utilizando la tecnología Ethernet son de 10 Mbps (Ethernet estándar), 100 Mbps (Fast Ethernet - 100BASEX) y de 1000 Mbps utilizando el Gigabit Ethernet cuya especificación se encuentra respaldada por la IEEE con número 802.3z, el cual cumple los siguientes objetivos:

- (a) Permite realizar operaciones de envío y recepción de datos a una velocidad de 1000 Mbps.
- (b) Usa el formato de frame Ethernet 802.3.
- (c) Usa el método de acceso CSMA/CD con soporte para un repetidor por dominio de colisión.
- (d) Las direcciones de retorno son compatibles con las tecnologías 10BASE-T y 100Base-T. Las redes Ethernet tienen un esquema de direccionamiento de 48 bits. A cada computadora conectada a una red Ethernet se le asigna un número único de 48 bits conocido como dirección Ethernet. Para asignar una dirección, los fabricantes de hardware de

Ethernet adquieren bloques de direcciones Ethernet y las asignan en secuencia conforme fabrican el hardware de interfaz Ethernet, de esta manera no existen dos unidades de hardware de interfaz que tengan la misma dirección Ethernet. Por lo general, las direcciones Ethernet se colocan en el hardware de interfaz anfitrión de las máquinas de tal forma que se puedan leer. Debido a que el direccionamiento Ethernet se da entre dispositivos de hardware, a estos se les llama direccionamientos o direcciones físicas. La trama de Ethernet es de una longitud variable pero no es menor a 64 bytes ni rebasa los 1518 bytes (encabezado, datos y CRC), cada trama contiene un campo con la información de la dirección de destino. En la **figura 25**. Se muestra una trama Ethernet. Además de la información que identifica la fuente y el destino, cada trama transmitida contiene un preámbulo, un campo tipo, un campo de datos y un campo para verificación por redundancia cíclica (CRC- Cyclic Redundancy Check). El preámbulo consiste en 64 bits que alternan ceros y unos para ayudar a la sincronización de los nodos de recepción. El CRC de 32 bits ayuda a la interfaz a detectar los errores de transmisión: el emisor calcula el CRC como una función de los datos en la trama y el receptor calcula de nuevo el CRC para verificar que el paquete se reciba intacto.

	Dirección destino	Dirección fuente	Tipo	Datos	CRC
Preámbulo	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes

**Figura 25**

El campo de tipo de trama contiene un entero de 16 bits que identifica el tipo de dato que se está transfiriendo en la trama. Desde el punto de vista de Internet, este campo es esencial porque significa que las tramas se auto-

identifican. Cuando una trama llega a una máquina dada, el sistema operativo utiliza el tipo de trama para determinar qué módulo de software de protocolos se utilizará para procesar la trama. La mayor ventaja de que las tramas se auto-identifiquen es que éstas permiten que múltiples protocolos se utilicen juntos en una sola máquina y sea posible entremezclar diferentes protocolos en una sola red física sin interferencia. Los protocolos TCP/IP utilizan tramas Ethernet auto-identificables para hacer una selección entre varios protocolos. Cuando se transmite un datagrama IP versión 4 el campo tipo de trama contiene el valor hexadecimal 0800 y al transmitir un datagrama IP versión 6 el campo tiene el valor hexadecimal 86DD.

## **COMUNICACIÓN SERIAL (INTRODUCCIÓN)**

La necesidad de transmitir datos por un medio desde un dispositivo a otro es algo muy usual en la electrónica. Entre la inmensidad de ejemplos que hay sobre comunicación de datos podemos hacer mención de dispositivos comunes como lo es el mouse conectado a una computadora, impresoras, teclados, teléfonos, etc. Al disponer de una interfaz podremos transmitir datos por un medio en el cual un elemento actúa como emisor (quien transfiere el dato) y otro cumple el papel de receptor (recibe el dato que le fue enviado). Podríamos notar que es de suma importancia que ambos dispositivos "hablen el mismo idioma", esto quiere decir que la información que se desea transferir llegue y sea entendida por el receptor. Los protocolos de comunicación son fundamentales para facilitar la tarea de transmisión de datos, estos disponen de una interfaz bien definida basada en estándares, mediante los cuales se logra establecer un canal de comunicación entre dos dispositivos cualesquiera, configurados bajo una misma interfaz y norma. El protocolo que será de nuestro interés y estudiaremos en

este informe, es el RS-232, uno de los más comunes y usados para las comunicaciones de tipo serie. El estándar actual se define en la norma EIA-232-F Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange (última modificación, hecha en 1997, sobre el original de 1962.)

#### **2.14.9 COMUNICACIÓN SERIE**

Se denomina comunicación serie a aquella en la que se transmite la información por un solo canal de datos, en contraposición con la comunicación paralelo, donde la transmisión es de a múltiples líneas en simultaneo. Se puede notar la diferencia entre estos dos por la velocidad con que se transmiten los datos. Mientras en la comunicación serie se dispone de un solo cable por donde se envían los datos, en la comunicación paralela aumenta notablemente la velocidad de transmisión al disponer de varios cables que entregan a cada instante un paquete de datos completo (por ejemplo un paquete de 1 byte - 8 bits simultáneos). A pesar de que en paralelo la comunicación es más eficiente respecto a velocidad (en bit/s = bps = baudio) a costo de más cables, si se considera el alcance y el largo del cable permitido por el paralelo, se encuentran más limitaciones que con la comunicación serie, esto se debe a que la diafonía o 'crosstalk' (una señal perturba otra señal cercana) produce interferencias entre las líneas paralelas, siendo cada vez más notoria cuanto más largo se hace el cable. La comunicación serie es la que se utiliza en el protocolo RS-232. Bajo esta modalidad, los datos se transfieren por un único cable (más el común o "tierra"), por lo que la transmisión debe hacerse de a un bit, completando los datos conforme avanza el tiempo. Un ejemplo puede ser un dispositivo que está capacitado para transferir 16 bits por segundo, si se desease transmitir

dos palabras con tamaño de un byte (8 bits) cada una, se requeriría un tiempo de  $2 \cdot 8 \text{ bit} / 16 \text{ bit/s} = 1 \text{ s}$ . Para que un receptor interprete una "cadena" de datos, debe tomar muestras bajo intervalos regulares de tiempo, con la misma velocidad con que emisor ha generado dicha "cadena", esto hace necesario contar con una fuente de reloj o 'clock'. Es así que en la comunicación serie se presentan dos modos de transmisión, el sincrónico y el asincrónico. Con estos métodos podemos mantener los dispositivos cooperando en el perfecto sincronismo requerido por el envío de datos, evitando que un desfase en la toma de muestras altere la interpretación. En el método sincrónico el reloj es compartido por ambos dispositivos, este puede estar generado por uno de ellos o bien una fuente externa. De este modo ambos dispositivos se encuentran sincronizados en todo momento. En cambio el método asincrónico funciona con un reloj en cada dispositivo, sincronizados a la misma frecuencia, pero susceptibles a pequeñas diferencias que tarde o temprano conllevan a un desfase. Como veremos, este problema es resuelto mediante la transmisión de paquetes de largo fijo, re-sincronizando entre la recepción de un paquete y otro. Haremos énfasis en el método asincrónico ya que es el más sencillo y el de interés para este curso. Más allá del modo, junto a los datos de transmisión, se pueden utilizar cables de control encargados de detener, alterar, o modificar la comunicación. Centrados en el modo asincrónico, con una configuración mínima, se puede obviar estos cables de control y solo hacer uso de los de datos. Hoy en día esta simplificación es muy usada, ya que las líneas de control eran más útiles en dispositivos antiguos, como los viejos módem.

#### **2.14.10 CODIFICACIÓN DE VALOR DIGITAL**

Como denominación para los valores lógicos, en el protocolo RS-232 queda definida la implementación de un código del tipo No Retorno a Nivel Cero (NRZ-L o 'Nonreturn to Zero Level'). Esto se vería en la sección 3.2, pero es necesario hacer aquí un paréntesis para entender de qué se trata. Un código No retorno a Cero (NRZ o 'Nonreturn to Zero') es aquel en el que existe un voltaje distinto para representar cada nivel lógico. Como característica de estos códigos, el voltaje se mantiene constante durante todo el intervalo de transmisión de un bit. En otros códigos existe un estado intermedio de "espera" entre un bit y el siguiente, de ahí el nombre, ya que en los códigos NRZ esto no sucede. El típico ejemplo es una señal donde el 0 lógico ("marca" o 'mark') es indicado con un valor de 0 V, en tanto que el 1 lógico ("espacio" o 'space') se corresponde con una tensión de 5 V. No Retorno a Nivel Cero (NRZ-L) es un tipo de código NRZ, en el que un estado lógico está representado por un voltaje negativo y el otro por un voltaje positivo. En este caso, la señal nunca permanecería en 0 V, por eso se habla de no retorno a nivel cero. Como ejemplo se puede citar un caso en donde el 1 corresponda con -12 V y el 0 con 12 V. Notar que el valor de tensión baja se corresponde con el 1 lógico, esto es algo común en transmisiones serie (y quizás no tan intuitivo), es por eso que todos los gráficos utilizarán esta nomenclatura, a fin de familiarizar al lector y no mezclar convenciones. Es de interés notar que el código NRZ-L permite tener pulsos de mayor energía que si fuera un RZ ('Return to Zero'). Existen otros códigos que utilizan más de un estado de señal para un mismo bit (como el 'Manchester '), o un único estado de señal para más de un bit (como el NRZI), pero esto es solo un dato informativo, para más detalles consultar el capítulo 4 de la referencia.



### 2.14.10 MÉTODO DE TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

Para transferir datos por la interfaz, en modo asincrónico, se envía junto con la información que se desea entregar, bits que indican el comienzo y final de un flujo de datos. Con esto, una importante característica que proporciona este método, por la cual se diferencia con el sincrónico, es que en cuanto comienza la transferencia de un paquete de datos, el receptor se sincroniza adecuándose al momento en que el transmisor comienza a enviar los datos. Ver figura 25.

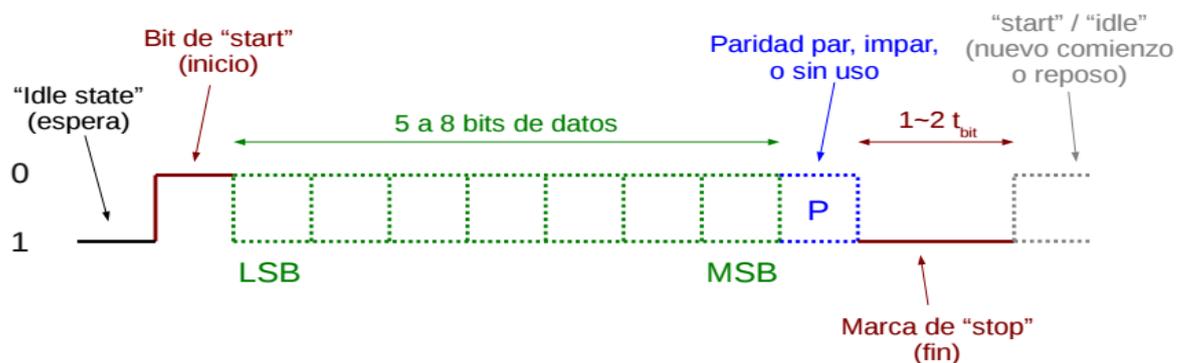


Figura 25

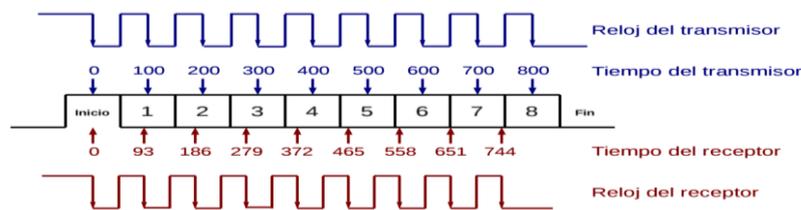
Si se transfieren valores digitales de a 1 bit por unidad de tiempo, se puede dividir los bits del flujo de datos en la cantidad que se aprecia en la figura, esto es un paquete de datos de 5 a 8 bits más un bit paridad y dos bits indicadores. Si por un tiempo indefinido la línea permanece en 1, no hay transmisión de datos y el receptor se mantiene en espera ('idle state'). Cuando se cambia a 0, este primer bit, conocido como bit de 'start', indica que comenzara una nueva transmisión de datos (para un tamaño de datos y una velocidad previamente determinados). Este es el bit que permite que el receptor se sincronice cada vez que es indicado para registrar los datos, poniendo en fase su 'clock' con el del transmisor. Luego viene el paquete de datos (5 a 8 bits, comenzando el envío desde el bit menos significativo) seguido de un bit de paridad. Si la

convención es paridad par, implica que el bloque total (incluido el bit de paridad) debe tener una cantidad par de unos. Si en cambio se habla de paridad impar, el transmisor genera el bit de paridad de manera que el bloque total tenga un número impar de unos. Esto permite detectar errores simples de transmisión, aunque el receptor bien podría ignorar este chequeo. El bit de paridad es opcional y esto se aclara previamente mediante una convención. Finalmente, se coloca un bit en 1 de duración 1, 1,5 o 2 tiempos de bit. Con este último bit se indica el final del flujo para el dato y pasado su tiempo se habilita a un nuevo envío de datos o a permanecer nuevamente en espera. Para indicar los parámetros en la transmisión de datos, tales como la velocidad de bits, la cantidad de bits de datos, el tipo de paridad (o su ausencia) y la longitud del bit de 'stop', existe una nomenclatura descrita en la siguiente tabla 1:

<b>Velocidad de bits</b>	<b>Bits de datos</b>	<b>Paridad</b>	<b>Tiempo de 'stop bit'</b>
4800	5	N: 'None' (sin)	1
9600	6	E: 'Even' (par)	1,5
19200	7	O: 'Odd' (impar)	2
etc..	8		

Así, para una transmisión a 9600 bps, con 8 bits de datos, sin paridad, con bit de stop de longitud 1 tiempo de bit (la más utilizada), la nomenclatura resultante es 9600/8N1, otros ejemplos son 9600/7E2 y 4800/7O1. En la figura 2.2 se observan los pulsos de cada uno de los relojes sincronizados por el bit de 'start', tanto el del transmisor como el del receptor. Puede notarse que hay un desfase entre las frecuencias de pulsación, que a medida que van registrándose los datos, va arrastrando este error cada vez más y más. Se estaría libre de este problema, siempre y cuando el desfase tenga un tamaño menor a un 5

% (para un paquete de 8 bits de datos). El ejemplo de la figura 2.2 tiene un 7 % de desfase entre los relojes y presenta un error de lectura antes del bit de 'stop'. Este problema puede ser más grave si además de interpretarse un dato erróneo, se malinterpreta un bit de datos como 'start' o 'stop', ya que toda referencia del principio y fin del paquete se perdería, cayendo en lo que se conoce como 'framing error'.



**Figura 26**

## **2.15 MAQUINARIA Y PROCESOS UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN DE BEBIDAS**

La bebida terminada obtenida de esta manera ha de ser sometida a un tratamiento idóneo de estabilización químico-física y microbiológica, que prevé tres fases distintas: des aireación, homogeneización y pasteurización.

### **2.15.1 DES AIREACIÓN**

La des aireación consiste en quitar el oxígeno, responsable de fenómenos oxidativos dañinos.

En el caso de los jugos de fruta, la desaireación permite mejorar sabor, aspecto y conservabilidad del producto: de hecho, la eliminación del oxígeno previene la degradación de la vitamina C, facilita el proceso de llenado y prolonga la shelf-life del producto.

### **2.15.2 HOMOGENEIZACIÓN**

La homogeneización consiste en reducir y normalizar el tamaño de las partículas de productos fluidos, para volverlos más estables y para obtener un sabor y una consistencia mejores. De hecho, la micronización reduce el peso de las partículas, aumentando su estabilidad en suspensión y evitando la separación entre fase líquida y fase sólida. De esta forma es posible reducir el uso de agentes emulgentes y de aditivos.

El producto es hecho pasar a través de una válvula homogeneizadora especial, diseñada para generar presión; la energía asociada a los efectos fluidodinámicos que se crean (turbulencia, cavitación, aceleración, impacto y fuerzas de corte) permite la micronización de las partículas.

El empleo de homogenizadores de alta presión permite tratar productos líquidos con partículas dispersas o suspendidas de dimensiones incluso sumamente variables, obteniendo partículas micronizadas con dimensiones contenidas en el intervalo 0,4- 1 micrón.

### **2.15.3 PASTEURIZACIÓN**

La pasteurización consiste en la estabilización microbiológica del producto a través de un tratamiento térmico específico. Una correcta pasteurización permite reducir también los conservantes necesarios para garantizar la shelf life del producto.

La carga microbiana en la bebida a base de fruta está relacionada con las materias primas (contaminación de los productos hortofrutícolas por efecto de terreno, polvo, aguas de lavado), con el medio ambiente (aire confinado, estructuras, factores climáticos, mohos/levaduras,

insectos) y con la higiene de los procesos (recogida, transporte, lavado, transformación).

Los principales microorganismos contaminantes son levaduras y mohos, pero se pueden encontrar también bacterias (acéticas, lácticas y esporógenas). A causa de la acidez, en los jugos y en los refrescos raramente se hallan microorganismos patógenos.

## **2.16 TECNOLOGÍAS Y EQUIPO UTILIZADO**

### **2.16.1 EQUIPOS MEDULARES**

Los equipos medulares, son aquellos que mantienen relación directa con las materias primas, y que además de esto transforman sus condiciones iniciales. Los equipos medulares en la fabricación de bebidas gaseosas se nombran a continuación, siguiendo el orden en el cual se encuentran en el proceso.

- Tanques de mezcla.
- Filtro de malla.
- Filtro prensa.
- Carbonatador.
- Tanques de Resina

### **2.16.2 TANQUES DE MEZCLA**

Son tanques de acero inoxidable con tapa, provistos de un agitador y de un tubo lateral, cuya función es indicar por medio de la altura el volumen del tanque. Las dimensiones y el número de tanques que se utilicen, dependen de la producción de la planta y del tamaño de sus instalaciones, en este caso son tanques con una capacidad de almacenamiento de 16,100 litros. Son de similares

dimensiones los tanques de mezcla de jarabe simple y los de jarabe terminado.



**Figura 27. TANQUE DE MEZCLA DE JARABE SIMPLE.**

### **2.16.3 FILTRO DE MALLA**

Generalmente, antes de que el jarabe simple se lleve al filtro prensa, se hace pasar por un filtro de mallas, el cual tiene como finalidad retirar los sólidos de gran tamaño que vengan de la mezcla denominada jarabe simple. El filtro de mallas consiste básicamente en una malla metálica (20 mesh) en la cual se separan los sólidos. El filtro presentado en la imagen lo tienen únicamente dos compañías en El Salvador: Coca Cola.



**Figura 28. FILTRO DE MALLA AUTOLIMPIANTE FMA 11,000**



#### **2.16.4 FILTRO PRENSA**

El filtro prensa, utilizado en la elaboración de bebidas puede ser de placas horizontales o verticales, la capa filtrante generalmente es tela o papel filtro (interlon). El filtro, trae consigo, dos manómetros que evalúan la caída de presión que se genera debido a la formación de pre-capas o tortas las cuales generan taponamiento y disminuyendo con esto la velocidad con que se mueve la mezcla y por ende aumentando su caída de presión. En la fábrica de Coca Cola El Salvador, como en su similar de USA, se tiene como norma cambiar la capa filtrante cada dos preparaciones de jarabe simple, y aunque dicha capa aparentemente se vea en buenas condiciones siempre se cambia.



**Figura 29. FILTRO PRENSA DE BANDA HTB 1500 HAIBAR**



**Figura 30. TANQUE DE JARABE TERMINADO**

### **2.16.5 CARBONATADOR**

Cuando se desea definir los equipos carbonatadores, es necesario tener en cuenta todos los factores que afectan el proceso. En todos los tipos carbonatadores, es necesario emplear presiones más altas que la requerida para el volumen de gas necesario en cada bebida, debido esto a la eficiencia de los equipos y a las pérdidas mecánicas durante la operación. Existen en el mercado equipos que sólo cumplen la función de carbonatación, a estos equipos se les debe suministrar agua enfriada suficientemente. También se encuentran equipos que combinan las dos operaciones. Si por diseño de producción la cantidad de CO<sub>2</sub>, que se requiere es mayor que la dada por un sólo cilindro, se puede utilizar un sistema múltiple; básicamente este sistema consiste en una serie de cilindros conectados a un cabezal "manifold" y dividido en dos grupos de trabajo independientes a cada lado. En el sistema de baja presión, el CO<sub>2</sub> se almacena en forma líquida a una temperatura de "-18 °C" y a una presión de "300 PSI", en tanques acondicionados con aislamiento (Poliuretano, lana de vidrio) y refrigeración. La capacidad de los tanques de almacenamiento varía según necesidad de 6 a 12 toneladas. En general este sistema consta de las siguientes partes:

- TANQUE. Construido de acero especial, y provisto del correspondiente "manhall" en uno de sus extremos, para efectos de limpieza interna.
- AISLAMIENTO. Capa de Poliuretano de 15 cm de espesor, recubierto por una lámina de aluminio.
- REFRIGERADOR. Este sistema consta de unidad compresora, serpentín de condensación de CO<sub>2</sub>, tubería, válvula de expansión y secador.

- VAPORIZADOR. Consiste en un intercambiador de calor, usualmente de tipo eléctrico, por medio de una resistencia, o por medio de vapor a través de un haz de tubos.
- INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL Y MEDICIÓN. La instrumentación de medición y control consta de un medidor de CO<sub>2</sub>, un manómetro, control eléctrico, válvulas de alivio y seguridad.
- SATURADORA CEM. La saturadora CEM consiste en películas y planchas desviadoras. El gas entra en el equipo llenando el tanque a la presión apropiada. El agua es suministrada a la bomba a una presión mínima, de forma que permita el paso del agua por las válvulas de salida. El agua que entra al equipo, se dirige hacia las orillas de la plancha superior, cuando tiene contacto con la periferia inferior de la plancha fluye hacia el centro en forma de película y cae en la plancha siguiente, de aquí, por unos orificios pasa a la plancha siguiente. Este procedimiento es continuo hasta pasar al fondo del tanque. El equipo funciona en continuo, por lo cual el líquido siempre está en contacto con el CO<sub>2</sub>. Este equipo posee purga de aire, la cual puede ser manual o automática. Sus diferentes dispositivos son:

- 2 Manómetro de contrapresión.
- 3 Aislamiento especial de calor.
- 4 Camisa de acero inoxidable.
- 5 Tanque de acero inoxidable.
- 6 Válvula de retención de gas de ácido carbónico.
- 7 Admisión de gas de ácido carbónico conexión con el tambor de gas.
- 8 Caja de interruptor de mercurio.
- 9 Flotador regulador de nivel de agua.
- 10 Bomba bicilíndrica de doble efecto.

- 11 Cámara de aire.
- 12 Conexión de admisión del agua.
- 13 Válvula de retención del agua.
- 14 válvula automática de seguridad.
- 15 Válvula de descarga.
- 16 Vidrio de inspección de la mezcla agua-gaseosa.
- 17 Llave de extracción de agua.
- 18 Placa de película.
- 19 Placa invertida.
- 20 Tobera de agua.
- 21 Conexión de gas de contrapresión.
- 22 Ajuste para llenar sifones.
- 23 Dispositivo para funcionamiento manual de la válvula automática de seguridad.



**Figura 31. CARBONATADOR Y ELEMENTOS QUE LO CONFORMAN**

### **2.16.6 CARBONATADOR MOJONNIER**

El carbo-enfriador Mojonnier es un equipo que consta de un pre-enfriador de agua, desaireador y carbonatador. El agua entra inicialmente al preenfriador, es distribuida a placas verticales donde se enfría y pierde la mayor parte del aire disuelto. De aquí pasa al proporcionador en donde se mezcla con el jarabe; a continuación esta mezcla se envía al

carbo-enfriador en donde se enfría a la temperatura requerida (alrededor de 36 °F o 2.2 °C) y se carbonata.

Durante la carbonatación, el agua entra al tanque carbonatador aislado a través de la línea y es distribuida uniformemente sobre las placas enfriadoras de acero inoxidable, por el canal de distribución. Una vez termina el proceso, la bebida carbonatada se envía al colector, donde fluye nuevamente a la base del tanque para posteriormente pasar a la envasadora. El CO<sub>2</sub> pasa a través del sistema de control hasta el tanque de carbonatación por la línea. El nivel del producto se controla automáticamente en el tubo de control de nivel. La refrigeración se realiza como sigue:

El refrigerante líquido a alta presión sale del depósito del condensador a través de la válvula y pasa a través del filtro y solenoide al inyector; una vez que pasa al inyector entra al "lado bajo " del sistema de refrigeración (etapa de expansión). Del depósito, es tomado el refrigerante y llevado por serpentines a través de las placas de enfriamiento; mientras enfría a la sustancia que fluye sobre la parte superior de las placas, parte del refrigerante es evaporado y así, una mezcla de líquido y vapor entra al depósito del refrigerante a través de la línea.

Por medio de un deflector, el líquido es separado del vapor cayendo a la base del depósito para ser recirculado. El vapor entra en la línea de succión, pasa a través de la válvula reguladora de contrapresión, la cual controla la temperatura del refrigerante y en consecuencia la

temperatura del producto. El vapor fluye al compresor pasando a través de la válvula, es comprimido y sale del compresor a través de la línea de descarga, hacia la trampa de aceite, donde el aceite contenido en el refrigerante es retirado y regresado al compresor. El vapor pasa al serpentín desobrecalentador, donde es inicialmente enfriado. Pasa a serpentines de condensación donde el calor adicional es removido, provocando un cambio de fase en el refrigerante.

El refrigerante líquido va al depósito para su recirculación. El calor del refrigerante es removido con agua y el aire que entran al condensador. El agua pasa a un depósito situado en la parte baja del sistema y es utilizada nuevamente. Para ello se utiliza la bomba vertical. El aire cumple dos funciones importantes, enfriar el agua de condensación evitando así incrementos fuertes de temperatura y pre-enfriar el vapor sobrecalentado que viene del compresor.

#### **2.16.7 TANQUES DE RESINA**

En estos tanques de grandes proporciones, se almacena la resina siendo el elemento principal para la elaboración de botellas PET.

#### **2.16.8 EQUIPOS PERIFÉRICOS**

Los equipos periféricos son aquellos equipos que aunque intervienen en el proceso, no cambian las condiciones de los productos. Los equipos periféricos más comúnmente utilizados en la elaboración de bebidas gaseosas se describen a continuación.

- Refrigeradores
- Calderas
- Lavadora de botellas

### **2.16.9 REFRIGERADORES**

Cuando la carbonatación, se realiza con un equipo independiente, es necesario que exista en la planta un sistema de refrigeración. Los sistemas de refrigeración, pueden ser una o más etapas de compresión. Un sistema de compresión de una etapa, es aquel en el cual los vapores refrigerantes se comprimen desde la presión de succión hasta la presión de condensación en una operación. No importa si el compresor tiene uno, dos o más cilindros; cuando las presiones de la succión y el descargue son las mismas para cada cilindro, el equipo se considera de una sola etapa.

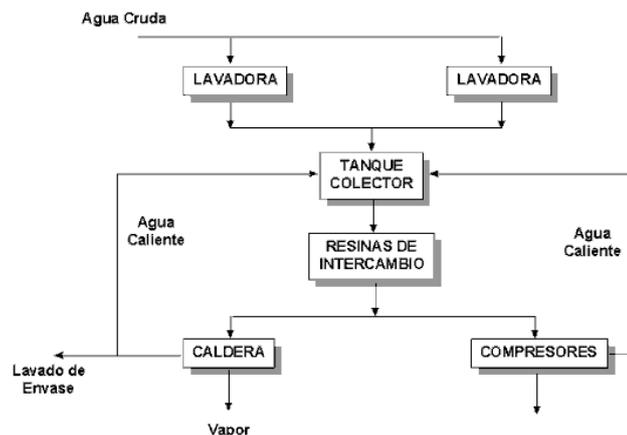
**Las partes que componen este sistema son:**

- Tanque de reserva. Es un tanque para recoger el líquido refrigerante y tiene una válvula de purga para el aceite. Dicha válvula puede estar al lado alto o al lado bajo del sistema.
- Válvula de expansión termostática. Esta válvula regula el flujo de líquido refrigerante del tanque de reserva del evaporador, o sea del lado alto del sistema o del lado bajo. Cuando el líquido pasa por la válvula de expansión, su presión disminuye hasta igualarse a la del evaporador. La presión del líquido refrigerante en el lado alto de la válvula es mucho más alta que la del lado bajo o en el evaporador. A causa de esto, el

líquido comienza a hervir. Al pasar por la válvula, el líquido refrigerante continúa hirviendo gracias al calor que le ofrece la materia a refrigerar hasta que las temperaturas se equilibran en el evaporador.

- Válvula de expansión del flotador. Este tipo de válvula se usa con mucha frecuencia en los evaporadores de tipo inundado para mantener el líquido refrigerante a un nivel predeterminado. La válvula está colocada de tal forma respecto al nivel del líquido refrigerante en el evaporador y el tanque de reserva, que la disminución de nivel ocurre en ambos simultáneamente. Esto obliga a bajar al flotador y a la vez a levantar la aguja de su asiento, abriendo el paso del líquido refrigerante al evaporador. El líquido refrigerante adicional hace subir el flotador hasta que los niveles alcanzan los límites establecidos y finalmente cierra la válvula. En algunos sistemas, el refrigerante se encuentra en su mayor parte en el evaporador.
- Evaporador. El evaporador es la parte del sistema de refrigeración donde el líquido refrigerante se evapora o hierve. Esto ocurre cuando el refrigerante absorbe calor del medio al cual enfría (en este caso el agua tratada o las bebidas). La temperatura de ebullición depende de la presión mantenida en el evaporador. Cuanto más baja es esta presión tanto más baja será la temperatura del refrigerante. Como los evaporadores están en contacto con el líquido refrigerante, su temperatura es la temperatura de ebullición correspondiente a la presión cuando el líquido no es suficiente para alcanzar todas las partes del evaporador, los vapores que absorben el calor del ambiente, vuelven sobrecalentados al entrar al compresor. Esto indica que los vapores están realmente secos y que no llevan pequeñas gotas de líquido refrigerante.

- **Compresor.** Es el único equipo del sistema que tiene movimiento, por lo que necesita lubricación. El compresor recibe los vapores del evaporador los cuales tiene una temperatura baja y relativamente poca presión; al comprimir estos vapores, salen del condensador a condiciones de presión y temperatura bastante altas. En otras palabras, la función del compresor es aumentar la presión de los vapores del evaporador, a tal punto que la temperatura de condensación de dichos gases sea más alta que la temperatura del agua de enfriamiento que pasa por el condensador. Las temperaturas excesivas disminuyen la eficiencia del compresor, aumenta la cantidad de calor a eliminar en el condensador y recargan las condiciones de servicio del aceite lubricante. En los sistemas de refrigeración, el amoníaco anhidro es la sustancia que se usa normalmente como refrigerante industrial. También se utiliza con alguna frecuencia el grupo freón, el cloruro de metilo, el dióxido de azufre y el vapor de agua.



**Figura 32. PROCESO LLEVADO A CABO EN LA CALDERA**

### **2.16.10 CALDERAS**

En las plantas elaboradoras de bebidas gaseosas se utilizan diferentes tipos de calderas, ella elección del tipo de

caldera a utilizar en la planta, depende de algunos aspectos tales como: Tamaño de la planta, combustible utilizado y proceso productivo. A continuación, se describirán los tipos de calderas más comúnmente utilizadas en las plantas.

- Las calderas de tubos de humo: tiene la particularidad de que los gases calientes pasan por fuera de ellos. Estas calderas pueden ser horizontales o verticales, con hogar exterior o interior. Trabajan a baja presión (199.07 lbf/pulg<sup>2</sup>), su rendimiento está por debajo del 70% y presentan una producción nominal de vapor baja (menos de 24 Kgvapor/hM<sup>2</sup>). Las calderas verticales pueden ser de tope húmedo o de tope seco. La caldera de tope seco, consiste en una carcasa cilíndrica y un número de tubos no muy grande; los gases calientes pasan a través de los tubos, ceden parte de su calor a los tubos y estos a su vez lo ceden al agua; la placa superior que sostiene los tubos, forma el tope de la caldera. Estas calderas no son de fácil limpieza porque son de difícil acceso, están expuestas al arrastre del agua con el vapor, debido al pequeño espacio para el vapor, además se presenta desperdicio de calor debido esto al corto paso que tienen los gases por los tubos.
- Las calderas horizontales: son las más comúnmente usadas en las plantas de mediana y baja potencia, debido esto a su mayor rendimiento. En esta caldera, los gases calientes provenientes de la cámara de combustión pasan a lo largo de la carcasa, retornando a través de los tubos a la chimenea. Este arreglo de tubos de retorno, le da a los gases calientes una mayor área de intercambio.

- **Calderas acuotubulares:** Las calderas acuotubulares se utilizan para producción de vapor a presiones mayores de 300 PSI; en ellas, el agua se distribuye en un gran número de tubos que proveen una gran superficie de intercambio y una rápida circulación del agua. Este tipo de caldera responde en forma eficiente a sobrecargas y cambios y fluctuaciones en la demanda de vapor; son de más fácil acceso, lo que permite su limpieza, inspección y reparación. Por ser utilizada para trabajo a grandes presiones, se requiere un estricto control del agua de alimentación.

#### **2.16.11 INSPECTOR DE PRELAVADO**

En plantas embotelladoras que trabajan con envases retornables de vidrio y RefPet (PET reciclado), es muy importante garantizar que solamente ingresen a la etapa de lavado las botellas correctas, que no pongan en riesgo la continuidad del proceso y que no posean líquidos extraños que contaminen a la lavadora, restándole eficiencia. Es un inspector basado en tecnología de VISIÓN ARTIFICIAL que permite verificar el 100% de la producción sin intervención en el trayecto de la botella.

Utiliza dos cámaras de inspección que capturan imágenes de cada botella, a las que se les aplican algoritmos de procesamiento y tratamiento en tiempo real para identificar cada falla.

**Cámara superior:** detecta la presencia de tapa, suciedad y botella ajena a producción.

**Cámara inferior:** inspecciona el fondo de la botella para detectar objeto extraño, exceso de líquido residual y líquido extraño.

Los niveles de suciedad y líquido residual se determinan según especificaciones del usuario que proporciona muestras de aceptación y de rechazo. El líquido extraño se define en base a muestras de líquido transparente (vaselina), y de color (detergentes, limpia pisos, etc.)



**Figura 33. INSPECCIONA EN CADA BOTELLA TODOS ESTOS ASPECTOS.**

#### **2.16.12 LAVADORA DE BOTELLAS**

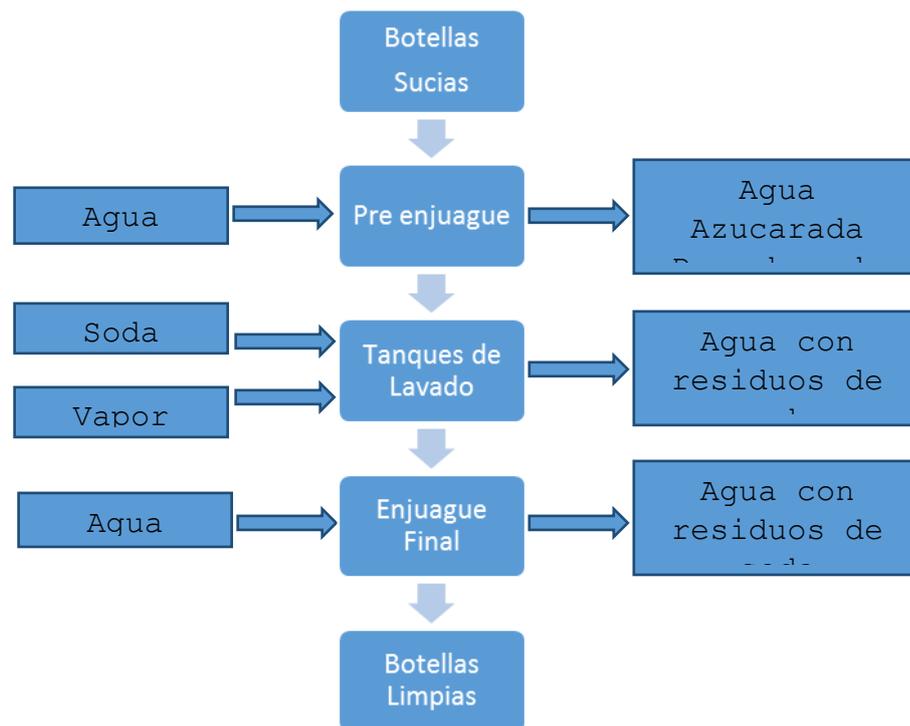
El equipo utilizado para el lavado de los envases se plantea a continuación:

En este equipo, las botellas se acumulan sobre la mesa, y se colocan automáticamente sobre las bolsas. La primera etapa del lavado es el pre-enjuague radial, en donde se trata de eliminar polvo y suciedad exterior con el objeto de no ensuciar demasiado la solución de soda en el primer tanque. De aquí la botella pasa a la sección tanques donde se somete al lavado cáustico propiamente dicho; los tanques son compartimientos individuales, los cuales tienen controles de temperatura (por medio de una válvula reguladora de presión del vapor de agua que alimenta la lavadora). Al interior del tanque, las botellas permanecen llenas de solución de soda, pero al llegar a la parte superior, se desocupan para entrar luego al tanque siguiente, la botella atraviesa los cuatro primeros tanques con solución cáustica y después pasa a otro siguiente

tanque que contiene agua fresca (esta agua contiene fosfato trisódico).

A continuación las botellas pasan a los tanques de enjuagues finales, de lavado exterior e interior; el último enjuague exterior e interior se realiza con agua fresca y los anteriores a este con agua re circulada, proveniente de los últimos enjuagues interiores y exteriores. El calentamiento de las soluciones cáusticas en cada tanque se lleva a cabo por medio de serpentines dentro de los cuales se condensa el vapor cediendo así su calor latente.

PROCESO DE LIMPIEZA AL QUE SE SOMETEN LAS BOTELLAS SUCIAS



### 2.16.13 MAQUINA LLENADORA

Esta Máquina Llenadora giratoria totalmente automática, diseñada y fabricada especialmente para llenar botellas de vidrio en líneas de llenado de alta velocidad. El

fabricante se basa en una tecnología probada que garantiza fiabilidad, alto rendimiento, calidad de producto y fácil higienización.

- Rendimientos elevados llenado de 900 botellas/minuto
- Fiabilidad gracias a un concepto mecánico sencillo y consolidado
- Flexibilidad: posibilidad de trabajar con vidrio y plástico
- Facilidad de saneamiento
- Mejores condiciones higiénicas
- Facilidad de acceso y de intervención
- Predisposición para ser un equipo en bloque con la enjuagadora

Los parámetros de llenado y las señales de control necesarias para el correcto funcionamiento de la válvula de llenado se sitúan en una tarjeta electrónica (maestra) en el PC de control; las señales de control se envían a cada tarjeta electrónica individual (esclava) mediante transmisión de datos de bus de campo, un cuadro eléctrico cada dos válvulas de llenado. El sistema tiene un cableado simplificado de las piezas giratorias que facilita mucho la resolución de problemas.

El sistema ofrece una monitorización continuada de cada válvula individual con la posibilidad de modificar los parámetros de trabajo automáticamente. Gracias al control independiente de la válvula, en caso de avería, se puede apagar una válvula individual sin afectar al funcionamiento global de la máquina.

El diseño constructivo de la válvula de llenado de tipo electroneumático es sumamente simple: está formada por un número limitado de componentes y juntas

Cada válvula de llenado se maneja con un sistema electroneumático que recibe datos de la fórmula en la pantalla táctil

Lo que asegura rendimientos elevados en las operaciones de saneamiento y reduce al mínimo la necesidad de mantenimiento

El gas de descompresión se escapa de las válvulas de llenado, se recoge en una sala y luego se conduce fuera de la llenadora

Los componentes de la válvula pueden desmontarse de forma independiente lo que representa una ventaja evidente para las operaciones de mantenimiento

Los tubos de nivel intercambiables están fijados en el cuerpo de la válvula garantizando tiempos rápidos de montaje y desmontaje.



**Figura 34. LLENADORA ELECTRONEUMATICA EUROSTAR EV**

#### **2.16.14 MAQUINA PELETIZADORA**

(De envases de vidrio se encarga de ingresar las botellas a las cajas cada una de 24 unidades, la maquina llena 4 cajas a la vez).

El Laboratorio de Control de Calidad realiza revisiones y pruebas al producto cada 30 minutos, esta labor se realiza de manera extra ya que la línea de producción cuenta con equipo que garantiza el control de calidad de manera automática a cada botella en tiempo real.

#### **2.16.15 SOPLADORA DE BOTELLA PET**

El procedimiento Actis consiste en el depósito en el interior de la botella PET de una fina capa de carbón amorfo altamente hidrogenado. Gracias a la reducción de las pérdidas de CO<sub>2</sub> y de entrada de O<sub>2</sub> en la botella, el procedimiento Actis aumenta la vida de las bebidas sensibles.

Esta máquina garantiza ganancias significativas en términos de coste de compra de materiales gracias al aligeramiento del peso de la botella. Con una capacidad de producción de 30.000 botellas por hora.



**Figura 35. SOPLADORA PARA BOTELLA PET SIDEL ACTIS 48**

#### **2.16.16 INSPECCIONADORA DE BOTELLAS**

La inspeccionadora de botellas vacías sirve para un amplio campo de tareas.

Trabaja bajo la técnica de inspección IRIS. Cuenta con cámaras CCD. La iluminación esLED.

Detección de envases extraños. Para la detección de los envases extraños que se diferencian del producto del cliente en su contorno.

En resumen la función principal de esta estación de inspección es detectar de manera precisa anomalías de cualquier tipo en el envase de vidrio, por ejemplo su forma (puede ser el envase de otro producto), agentes extraños en el fondo o paredes de la botella, y quebraduras o grietas en el fondo o en la boquilla de la botella, esta tarea es realizada después que las botellas han sido lavadas y de pasar este control están listas para la etapa de llenado.



**Figura 36. INSPECCIONADORA DE BOTELLAS VACIAS LINATRONIC 735**

## **2.17 ELEMENTOS DE INSPECCIÓN ELECTRÓNICOS**

### **2.17.1 CODIFICADOR ELECTRÓNICO**

### **2.17.2 SISTEMAS DE MARCADO POR LÁSER**

El tipo de codificadores con el cual cuenta Coca Cola, Proporciona códigos permanentes en botellas de vidrio de una amplia gama de colores. Diseñados para ofrecer un marcado de alta calidad prácticamente sin limitaciones de fuente, código o gráficas.

Las impresoras de botellas de "Domino Printing" son útiles para botellas de vidrio y de PET (retornables y no retornables). La impresión sobre el cuello, cuerpo o base de botellas de vidrio y de PET.



**Figura 36. CODIFICADOR LASER PARA BOTELLAS DE VIDRIO Y PET**



**EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL CODIFICADORVIDRIO Y PET**

### **2.17.3 INSPECTOR DE NIVEL Y TAPA MARCA MCLT**

Las botellas con falta de tapa o con tapa mal colocada deben ser retiradas inmediatamente para evitar problemas posteriores en la línea o frente al consumidor.

MCLT una máquina basada en tecnología de visión artificial muy usada en plantas de gaseosa, agua mineral y aceite.

MCLT inspecciona el 100 % de las botellas que circulan por la línea, en la etapa siguiente al rechazador, y entrega señal de eyección para quitar de producción a toda botella sin tapa, con tapa mal colocada o bien con nivel de llenado fuera de especificación (bajo nivel o sobre nivel).

El funcionamiento de MCLT está basado en una cámara de inspección que captura, procesa y evalúa una imagen por cada botella. MCLT utiliza una iluminación del tipo backlight, que genera fuerte contraste y permite al sistema de visión generar una imagen binaria en blanco y negro. De esta forma se visualiza fácilmente la interfase liquido-gas y, midiendo su distancia a un punto de referencia, se determina el nivel de llenado. MCLT realiza el seguimiento de las botellas y entrega una señal a sistema de desvío para separarlas si la botellas estuviera fuera de especificación.



**Figura 37. INSPECCIONA CADA BOTELLA TODOS ESTOS ASPECTOS**

#### **2.17.4 RECHAZADOR MARCA PUSHER**

Es un sistema neumático, que resuelve un gran número de aplicaciones en un espacio reducido. Se recomienda para desviar latas y botellas en procesos de hasta 60000 productos/hora.

El rechazador posee válvula y cilindro neumático de alta velocidad, alojados en un gabinete construido en acero inoxidable con su correspondiente placa de fijación al transporte y correderas para ajuste en altura. El PUSHER CPI incorpora su correspondiente filtro de aire y la válvula para controlar cilindro neumático de doble efecto. El rechazador es controlado directa y únicamente por el verificador de nivel y tapa.



**Figura 38. RECHAZADOR DE BOTELLAS NEUMÁTICO DE ALTA VELOCIDAD**

## **2.18 EQUIPOS UTILIZADOS PARA REALIZAR LOS CONTROLES DE CALIDAD A LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL.**

### **2.18.1 PH METRO (MEDIDA ELECTROQUÍMICA)**

Los pH-metros son uno de los instrumentos más importantes de un laboratorio químico moderno y están destinados a medir una característica de las sustancias que presentan gran interés para estimar el carácter ácido o básico de una sustancia: el pH. Aunque este concepto es relativamente moderno, la división entre sustancias ácidas y sustancias básicas o álcalis es una de las clasificaciones más antiguas de la historia de la

química. Por ejemplo, el vinagre o el jugo de limón son sustancias típicamente ácidas, que pueden ser fácilmente reconocidas por su sabor o algunas reacciones características, mientras que la sosa o el amoníaco son alcalinos sustancias básicas. En general, si se mezcla una sustancia básica junto con otra ácida reaccionan vigorosamente, a menudo produciendo efervescencias o emisión de calor. Todo lo explica que estas reacciones atrajeran pronto la atención de los estudiosos de la química que establecieron diversos procedimientos para investigar el carácter ácido o básico de una sustancia, junto con múltiples interpretaciones teóricas sobre el origen de estas propiedades. Además del sabor, uno de los primeros métodos empleados para determinar la acidez o basicidad de las sustancias fueron diversos productos de origen vegetal que tienen la propiedad de variar su color según la acidez o la basicidad del medio en el que se encuentran. El tornasol, por ejemplo, es un material que se obtiene de ciertos líquenes y que tiene la propiedad de producir disoluciones coloreadas de rojo en medios ácidos y de color azul en medios básicos. De este modo, si se añade un poco de tornasol a una recipiente con zumo de limón, se observará un color rojo pero, si a esta disolución se añade un álcali como la sosa, llegará un momento en el que el color de la misma cambiará y pasará a ser azul. En la actualidad se conocen una gran cantidad de sustancias como el tornasol, incluyendo muchas de origen artificial, y se denominan ``indicadores de PH''.

El concepto de PH fue introducido muy posteriormente al uso de estas sustancias en las determinaciones analíticas. Este concepto está relacionado con la teoría iónica, defendida por Svante Arrhenius a finales del

siglo XIX, que afirma que las sustancias como las sales se disocian en iones positivos y negativos al disolverse en agua (Crawford, 1906). De acuerdo con esta idea, una disolución de sal común (cloruro sódico) en agua está formada por iones positivos llamados cationes de sodio y iones negativos llamados aniones de cloro. A principios del siglo XX, Sorensen (1868-1939) introdujo la noción de pH como una función logarítmica relacionada con la concentración de cationes de hidrógeno

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

De este modo, resultó posible introducir una sencilla escala de acidez: cuando el valor del pH es 7, la disolución es neutra, si es inferior a 7, es ácida y cuando es mayor a 7, es básica. Junto con el desarrollo de los métodos colorimétricos, a principios del siglo XX se introdujo también el empleo de las células electroquímicas para determinar el pH de las disoluciones. En estas células consisten en dos electrodos que se insertan en una disolución formando un circuito eléctrico cuyo potencial depende principalmente de la concentración y la naturaleza de los iones de la disolución, en el caso de los pH-metros, de los cationes  $\text{H}^+$ . Si el aparato está convenientemente diseñado, es posible relacionar fácilmente la diferencia de potencial de los electrodos con la concentración de cationes  $\text{H}^+$  y, por lo tanto, con el pH. Estos diseños deben, además, resolver el problema de la polarización que produce una disminución o anulación de la fuerza electromotriz debido a que la concentración iónica en las proximidades de los electrodos se hace muy distinta a la correspondiente al resto de la disolución.

El desarrollo de los pH-metros estuvo, por lo tanto, relacionado con la mejora de los elementos básicos

relacionados con ellos: galvanómetros de alta sensibilidad, fuentes electromotrices estandarizadas, células electroquímicas y electrodos adecuados

(Jaselkis, 1988) Algunas de las primeras células electroquímicas fueron propuestas por Poggendorff y Wheatstone en los años cuarenta del siglo XIX, mucho antes del desarrollo de la teoría iónica de las disoluciones. La obtención de fuentes electromotrices estables se consiguió a finales del siglo XIX, pero la medición de las variables eléctricas de los circuitos continuó siendo complicada, imprecisa y costosa hasta el desarrollo de los voltímetros que empleaban las nuevas válvulas de vacío, los diodos y triodos. Toda esta serie de nuevos dispositivos eléctricos fueron impulsados y mejorados gracias a la creciente demanda procedente del campo de la telecomunicación, tal y como se describe con más detalle en el apartado dedicado a los instrumentos de electricidad y magnetismo. Su aplicación a la medicina electroquímica apareció a través de trabajos de mediados del año veinte del siglo XX. Finalmente, un último problema eran los electrodos empleados. Los primeros pH-metros contenían electrodos de hidrógeno, lo que suponía el empleo de gas hidrógeno con un elevado grado de pureza y difícil manejo. Los electrodos de vidrio, que permitieron superar este problema, fueron diseñados y estudiados ya a finales del siglo XIX pero sólo en los años veinte del siglo siguiente aparecieron los estudios que permitieron su aplicación a la medición del pH. En estos trabajos, se puso de manifiesto que las múltiples variables que debían ser tenidas en cuenta en este proceso, tales como la naturaleza del vidrio, el proceso de fabricación, la influencia de los iones presentes en la disolución o el grosor del vidrio necesario, de modo que se introdujeron las bases para la aceptación de este electrodo como un instrumento aceptable para la medición del pH (Cheng, 1880).

La combinación de estos electrodos de vidrio con los potenciómetros de válvula de vacío permitió la amplia difusión de los pH-metros en los laboratorios, gracias a la labor de fabricantes como Arnoldo Beckman (1874-1956), un profesor californiano que desarrolló un modelo portátil y poco costoso a mediados de la década de los años treinta del siglo XX, lo que le permitió transformarse en el principal fabricante de instrumentos de este tipo en las décadas siguientes. En la colección existen cuatro pH-metros Beckman, el más antiguo de los cuales (Q-0016) es el modelo GS000 que comenzó a ser fabricado en 1830, aunque el ejemplar de la colección podría haber sido construido en los años 50, de acuerdo con las indicaciones que se han localizado en el instrumento. El modelo G de pH-metro se transformó en uno de los primeros éxitos comerciales de los National Technical Laboratories, la empresa en la que trabajaba Arnold Beckman, que comenzó a comercializar la serie G a partir de 1933 (Thackray, 1980). Un folleto de 1845 (Beckman, 1845) indica que el principal destino de estos instrumentos eran los laboratorios de investigación, afirmando que el aparato ofrecía una gran variedad de usos, con gran precisión en la medida del pH y de los potenciales de oxidación-reducción.



**Figura 39.**

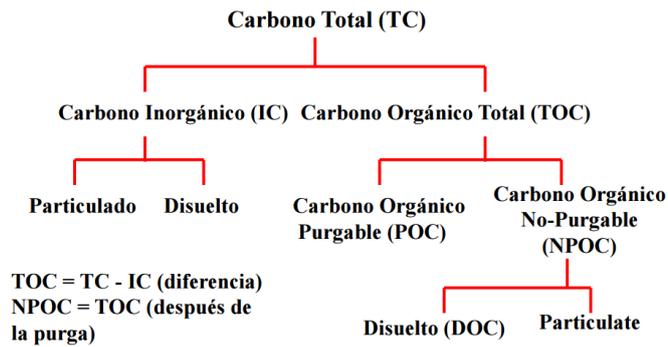
## **2.18.2 CARBONO ORGÁNICO TOTAL**

El analizador Fusión de carbono orgánico total (TOC) analizador por oxidación con persulfato y radiación UV permitiendo la liberación de carbono superior a partir de incluso las matrices más difíciles. Mediante la implementación de la tecnología de concentración de presión estática (SPC), el Fusión es capaz de alcanzar una sensibilidad sin precedentes por parte del detector de infrarrojo no dispersivo (NDIR). El Fusión TOC está diseñado para ofrecer la productividad de una amplia variedad de aplicaciones.

Como funciona

El Fusión está diseñado para determinar el contenido de carbono en el agua y otras soluciones. Utilizando radiación UV segura y oxidación con persulfato el material carbonoso se convierte en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), seguido por la detección NDIR del producto CO<sub>2</sub>. Fusión es sensible de 0,2 ppbC - 4000 ppm C. Variedades de Carbono: (a) Carbono Total (TC) (b) Carbono Inorgánico (IC) (c) Carbono Orgánico

Total (TOC = TC-IC) (d) Carbono Orgánico No Purgable (TOC NPOC o por aspersion) NPOC es el carbono orgánico remanente en una muestra acidificada con ácido fosfórico después de purgar la muestra con gas nitrógeno.



**Figura 40**

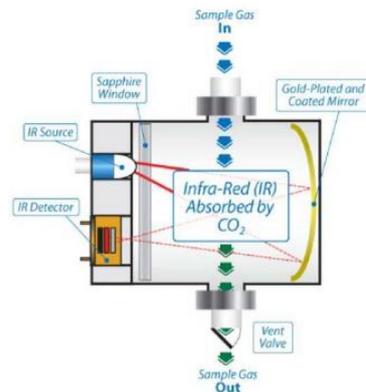
### 2.18.3 MÉTODOS DE NPOC

El Fusión utiliza un controlador de jeringa y válvula de 7 puertos para transferir con precisión las muestras y reactivos en el reactor. A continuación, utiliza el gas portador para transferir el producto de la reacción (CO<sub>2</sub>) de la muestra ya sea para ventilación o al detector NDIR en el siguiente orden: - Extracción y ventilación de los IC y POC por la acidificación y la aspersion en el rociador de IC. - Después de la eliminación de IC, una parte alícuota de la muestra se transfiere a burbujear en el reactor UV y se añade el reactivo persulfato para oxidar el carbono orgánico, basado en las siguientes reacciones químicas: Formación de radicales libres oxidantes Excitación de orgánicos Oxidación de orgánicos Los productos de oxidación en el Paso 2 son arrastrados hacia el detector NDIR selectivo de CO<sub>2</sub>.



**Figura 41**

Una vez que los gases en el detector han alcanzado el equilibrio, la concentración del CO<sub>2</sub> se analiza. Esta presurización de la corriente de gas de la muestra en la concentración de presión estática, permite una mayor sensibilidad y precisión. Se mide la totalidad de los productos de oxidación de la muestra en una lectura. La señal de salida es proporcional a la concentración de CO<sub>2</sub>.



**Figura 42**

DIAGRAMA OPERATIVO DEL EQUIPO



**Figura43**

## 2.18.4 CONDUCTIVIMETRO

¿Qué es y cuál es su importancia?

Al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio,

magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). Por ejemplo, aguas que corren en sustrato graníticos tienden a tener menor conductividad, ya que ese sustrato está compuesto por materiales que no se ionizan. Descargas de aguas residuales suelen aumentar la conductividad debido al aumento de la concentración de Cl, NO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, u otros iones. Debe tenerse en cuenta que derrames de hidrocarburos (aceites, petróleo), compuestos orgánicos como aceites, fenol, alcohol, azúcar y otros compuestos no ionizables (aunque contaminantes), no modifican mayormente la conductividad. La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro. El agua destilada tiene una conductividad en el rango de 0,5 a 3  $\mu$ Siemens/cm (un  $\mu$ S es la millonésima parte de un Siemens). La conductividad de nuestros sistemas continentales generalmente es baja, variando entre 50 y 1.500  $\mu$ S/cm. En sistemas dulceacuícolas, conductividades por fuera de este rango pueden indicar que el agua no es adecuada para la vida de ciertas especies de peces o invertebrados. Algunos efluentes industriales pueden llegar a tener más de 10.000  $\mu$ S/cm. Es por esto que la conductividad es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces. Cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales. Cambios significativos pueden ser indicadores eventos puntuales de contaminación.



Figura 44

# **CAPITULO 3**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 DISEÑO**

Se realizará un estudio con un diseño no probabilístico de tipo inferencial (Hernández-Sampieri, Fernández Baptista, 2010). El enfoque será cualitativo y la técnica utilizada para la recolección de datos será la entrevista. Ya que permite estudiar de una forma más enriquecedora temas de la realidad.

La unidad de análisis es: (a) Sistema de control de calidad de la Industria Salvadoreña y las sub-unidades de análisis de interés son:

- Productos de bebidas en envase de vidrio carbonatadas.

Nota: Ambas subunidades serán estudiadas en función de la materia prima, llenado y producto final.

### **3.2 PARTICIPANTES**

Este estudio se realizará con profesionales, que laboran en la industria salvadoreña, perteneciente al municipio de San Salvador. Los criterios de inclusión para este estudio son:

- (a) Con los profesionales encargados de producción que laboren en la Constancia "Coca Cola".
- (b) Con los operarios de cada una de las máquinas utilizadas en la cadena de producción de Coca Cola.
- (c) Con el personal de mantenimiento quienes son los que conocen técnicamente cada uno de los equipos e instrumentación utilizada.

### **3.3 RAZONES POR LAS QUE ELIGIO LA EMPRESA COCA COLA**

Coca Cola El Salvador recibe el máximo estándar Fase IV por su calidad.

Industrias La Constancia (ILC) recibió el 14/12/15 el máximo certificado de calidad para la producción de bebidas carbonatadas en su planta Nejapa, en Nejapa, al norte de San Salvador.

Coca-Cola Company otorgo el certificado de calidad Fase IV, el máximo otorgado por la firma transnacional radicada en Atlanta, Estados Unidos.

De acuerdo con los voceros de la compañía este reconocimiento es el último de una larga lista de certificaciones otorgadas a Industrias La Constancia por la calidad en los procesos de producción y otros de seguridad alimentaria.

ILC cuenta ya con una larga lista de certificaciones que garantizan la calidad de sus productos.

La empresa cuenta con la ISO 14001 (por procesos amigables con el medio ambiente), HACCAP (por estándares de seguridad alimentaria), OHSAS (programas de seguridad industrial) e ISO 9001 (por altos estándares de calidad en los procesos de producción), lo que la colocan en un puesto privilegiado dentro de las empresas del país.

REQUISITOS

De acuerdo con Héctor Núñez, vicepresidente de Coca-Cola para la División Latin Center (Centroamérica, el Caribe y parte de Sudamérica), "para lograr una certificación en la última fase del sistema de calidad Coca-Cola, el embotellador tiene que haber demostrado excelencia en todos los procesos, además de excelencia en el servicio a nuestros clientes y consumidores".

Por su parte, Rolando Caro, director técnico de ILC, manifestó que "este logro no hubiera sido posible sin el compromiso, la dedicación y la pasión de los hombres y mujeres que contribuyen todos los días a la producción y comercialización de nuestros productos".

Agregó que "las bebidas producidas en la Planta de Nixapa son orgullosamente hechas por salvadoreños para salvadoreños y consumidores de la región centroamericana" y reafirmó el compromiso de Industrias la Constancia con la calidad total en todos los aspectos de la operación.

ILC tiene una moderna planta de producción en Nejapa desde donde distribuye sus productos para el resto del país y la región centroamericana.

#### GIGANTE

ILC es el principal fabricante de bebidas del país - Es el embotellador autorizado de Coca-Cola en El Salvador.

- Produce y distribuye las marcas Coca-Cola, Coca-Cola Light, Tropical, Fanta, Sprite, Fresca, Club Soda y Powerade.

- Actualmente sus productos no sólo son distribuidos en el mercado salvadoreño.

- Desde su planta en Nejapa ILC distribuye varias de sus marcas a otras plazas de Centroamérica.
- La firma cuenta con tecnología de punta para la producción de bebidas.

Es por estos dos reconocimientos que decidimos elegir como objeto de nuestro estudio esta empresa de bebidas "Coca Cola".

### **3.4 INSTRUMENTOS**

Se utilizará la técnica de entrevista para realizar la recopilación de los datos, la cual será de tipo semi-estructurada, ya que el entrevistador tendrá la libertad de realizar preguntas adicionales para profundizar en alguna temática en específico (Grinnell & Unrau, 2007 citado en Hernández, et al). En este sentido, se realizarán dos entrevistas que tendrán 10 preguntas cada una. El formato de entrevista se puede consultar en ANEXO A.

### **3.5 PROCEDIMIENTO**

Para la aplicación de las diferentes entrevistas como punto de partida se solicitará con anticipación vía correo electrónico, el permiso correspondiente con los Ingenieros para proceder con el estudio. Una vez otorgado el permiso, se fijó el día de la visita a las instalaciones de la empresa. Antes de iniciar con la entrevista a cada participante se le pedirá permiso para ser grabado, explicándoles que la información brindada será totalmente confidencial y con fines puramente académicos. Al finalizar las entrevistas, se les dará las gracias por los aportes de cada participante. Una vez obtenida la información técnica.

Como petición una vez terminado el estudio, la persona que nos otorgó el permiso revisará la información para verificar que datos pueden ser publicados y cuales no pueden ser publicados por políticas internas de la empresa.

Es muy importante saber la procedencia de cada uno de los equipos que utilizan. Para así otra empresa pueda consultar dicha información.

Como también el equipo sea el adecuado y diseñado para trabajar con bebidas carbonatadas "sodas".

Posteriormente para realizar el análisis de resultados de la investigación, primero, se transcribirán cada una de las entrevistas, dando paso a la organización de los resultados por medio de la categorización en base a las unidades de análisis de interés, luego se continuará con el análisis cualitativo de los resultados, identificando la ventajas y desventajas que la compañía presenta al aplicar un control de calidad automatizado, y finalmente se obtendrán las conclusiones.

**PRECIOS DE EQUIPO PARA CONTROL DE CALIDAD DE BEBIDAS**

Ítem	Cantidad	Descripción	Precio \$	Marca	Proveedor
<b>equipos para control de calidad agua y materias primas</b>					
1	1	pH metro	450		analítica salvadoreña
2	1	Conductivímetro	500		analítica salvadoreña

3	1	analizador de agua TOC	1000		analítica salvadoreña
4	1	Polarímetro	3000		analítica salvadoreña
<b>equipos para el tratamiento de agua</b>					
5	1	filtro con resina anionica (costo por kilogramo)	5		Duisa
6	1	filtro con resina cationica (costo por kilogramo 5)	5		Duisa
7	1	filtro de carbón activado (costo por kilogramo)	20		Duisa
8	1	lámparaUV	60		Duisa
<b>equipos de visiónartificial para el control de calidad(verificar volumen, tapa, etiqueta)</b>					
9	1	PLC 1200, CPU 1214, salidas a transistor	400	siemens	Siemens
10	1	SMARTCAM VSPM-6B2113	6000	sick	Acisa
11	1	pulsador 22mm, con 1 contacto NO	11	siemens	Vidri
12	1	paro de emergencia tipo hongo, 1 contacto NO	12	siemens	Vidri

13	5	metros de cable UTP CAT6	7,4		Vidri
14	4	conectores RJ- 45	0,9		Vidri
15	1	caja metálica 50*40*20	140	legrand	servi electric
16	1	Fuente de alimentación 110 220vac/24 dc. 8amp	120	delta	servi electric
17	1	porta fusible para riel dm	15	delta	servi electric
18	1	fusible de 8 amp	4	delta	servi electric
19	1	caja de cable awg #18	30	delta	Vidri
20	20	borneras plásticas para riel dim 2.5mm, para riel dim	6	delta	servi electric
21	1	cinta aislante 3/4 color negro	4,5	delta	Vidri
22	2	metros de riel dim perforado	2,5	delta	Vidri
23	1	electroválvula neumática 5/2, servo pilotada eléctricamente, con retorno mor muelle, rosca 1/8 ,voltaje 24vdc	80	festo	Acisa
24	4	relé de estado entrada 24vdc,	90	omron	servi electric

		salida 24 dc			
25	1	baliza color rojo, verde amarillo, voltaje a 24vdc	140	delta	servi electric
26	1	pieza de canaleta plástica para tablero eléctrico 40x40mm	5	delta	Vidri
<b>equipo para codificar</b>					
27	1	impresora 9040	8000.00	marken. imagen	Emasal

### 3.6 PRESUPUESTO DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL EQUIPO DE VISION ARTIFICIAL DE UN SISTEMA SIMILAR AL DE COCA COLA

Presupuesto					
Ítem	Cantidad	Descripción	Precio \$	Marca	Proveedor
1	1	PLC 1200, CPU 1214, salidas a transistor	400	siemens	Siemens
2	1	SMARTCAM VSPM-6B2113	6000	sick	Acisa
3	1	pulsador 22mm, con 1 contacto NO	11	siemens	Vidri
4	1	paro de emergencia tipo hongo, 1	12	siemens	Vidri

		contacto NO			
5	5	metros de cable UTP CAT6	7,4		Vidri
6	4	conectores RJ- 45	0,9		Vidri
7	1	caja metálica 50*40*20	140	legrand	servi electric
8	1	Fuente de alimentación 110 220vac/24 vdc. 8amp	120	delta	servi electric
9	1	porta fusible para riel dm	15		servi electric
10	1	fusible de 8 amp	4		servi electric
11	1	caja de cable awg #18	30		Vidri
12	20	borneras plásticas para riel dim 2.5mm, para riel dim	6		servi electric
13	1	cinta aislante 3/4 color negro	4,5		Vidri
14	2	metros de riel dim perforado	2,5		Vidri
15	1	electroválvula neumática 5/2, servo pilotada eléctricamente, con retorno mor muelle, rosca 1/8 ,voltaje 24vdc	80	festo	Acisa
14	4	relé de estado entrada 24vdc, salida 24 vdc	90	omron	servi electric

15	1	baliza color rojo, verde amarillo, voltaje a 24vdc	140		servi electric
16	1	pieza de canaleta plástica para tablero eléctrico 40x40mm	5		Vidri
TOTAL			7068,3		

tratamiento de agua y control de calidad para materias primas					
1	1	pH metro	450		analítica salvadoreña
2	1	Conductivimetro	500		analítica salvadoreña
3	1	analizador de agua TOC	1000		analítica salvadoreña
4	1	Polarímetro	3000		analítica salvadoreña
5	1	kg de resina anionica	5		Duisa
6	1	kg de resina cationica	5		Duisa

**CAPITULO 4**  
**ALCANCES Y LIMITACIONES**

## **4.1 ALCANCES**

Lograr un mayor conocimiento sobre los procesos de control de calidad en la industria de bebidas en El Salvador, incorporando instrumentación industrial de gran desempeño que sirven para medir, convertir, transferir, controlar y registrar variables de un proceso.

Conocimiento sobre el sistema de control de calidad de los productos de bebidas en envase de vidrio carbonatadas y de qué manera ayuda la implementación de Tecnología para conseguir productos de calidad.

Se conocieron las pequeñas áreas que componen el área completa de producción de la empresa y la maquinaria y el equipo de control de calidad se encuentra en cada una de las cinco áreas de la empresa, como se presentó anteriormente.

Con la información que obtuvimos creamos un manual del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas y lo más importante el equipo necesario para realizar las tareas de control de calidad automatizado utilizado por una compañía transnacional.

Identificamos el equipo necesario para la elaboración de bebidas carbonatadas para llegar a la calidad total del producto.

Adquirimos nuevos conocimientos técnicos ya que Cualquiera de estos elementos que realizan las tareas de control de calidad automatizado, puede ser incorporado en otras empresas, tienen diversidad de aplicaciones; aunque no sean del mismo tipo de bebidas, incluir estos equipos para garantizar la calidad de sus productos.

## 4.2 LIMITACIONES

Este estudio, al limitarse a un tipo de bebida "Carbonatada" posee ciertas desventajas ya que: el nivel de conocimiento se reduce específicamente a esa bebida y no permite adquirir mayor enriquecimiento en otros ámbitos.

El tiempo estipulado para la realización de la investigación, en cierta forma fue desventajoso, ya que, se parte de que es un estudio cualitativo, por la naturaleza de la investigación surgieron inconvenientes técnicos.

El culmen de las entrevistas depende del acceso de las personas que prestarán su tiempo en la empresa, esta variable externa al control del autor de la investigación puede generar inconvenientes para el desarrollo de la misma.

No se puede publicar el patrón de producción de la bebida, ya que es un secreto de la empresa.

- No se puede publicar ninguna de las marcas de las máquinas y equipo que utiliza la empresa.
- Hubo mucha información que no se pudo publicar por ejemplo el control de calidad a la materia prima, entre otros detalles que la empresa quiere mantener en secreto.
- Hay información que la empresa considera confidencial y por ende no se puede publicar para que los lectores sepan en que consiste su Control de Calidad Automatizado en un 100%.

No se tuvieron muchas alternativas para realizar el estudio, ya que la industria de bebidas en El Salvador, es bastante limitado el número de fábricas.

Otra limitante es que no hay estudios similares de la industria de bebidas en lo que se refiere a control de calidad automatizado.

#### **4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En la tabla siguiente, se muestran los resultados obtenidos mediante la entrevista realizada en la empresa la Constancia. Para una mejor comprensión, se expresa en

<b>CATEGORÍA 1: PROCESO DE CONTROL DE CALIADAD</b>
--

función de 3 categorías principales, 1- Proceso de producción, 2-Lineamientos de las normas de calidad y 3-Equipos tecnológicos y control de calidad. Cada una de las categorías mencionas, cuenta con preguntas desarrolladas.

Para el logro de esta categoría se realizó la pregunta siguiente:

1- **¿Podría mencionarnos cual son las faces o etapas que ustedes utilizan para el control de calidad de las bebidas carbonatadas, en función de materia prima, llenado y producto final?** De acuerdo a lo expresado por la persona entrevistada, se obtuvo lo siguiente:

*"Para el logro del control de calidad, en esta empresa se utilizan 4 faces. En la **fase 1: tratamiento del agua:** el tratamiento de agua tiene 5 pasos a seguir estos son: (a) Pre tratamiento: se pretenden eliminar los residuos sólidos más grandes como plásticos, trapos, y otros. (b) Decantación primaria: se aprovecha la gravedad para poder separar los sólidos que aún siguen en el agua, (c) Tratamiento secundario: el agua residual se almacena en grandes tanques que están abiertos a la atmosfera. (d) La decantación secundaria: se logra separar el agua de la mayoría de los contaminantes que contiene y (e) Tratamiento terciario: realizado para eliminar los nutrientes como el nitrógeno mediante algún tipo de reactivo como la sal de hierro fusionada con bacterias específicas."*

Además, mencionó que en la **fase 2: es la elaboración de jarabe simple y expresó que una vez** el agua ya se encuentra en condiciones sanitarias se procede a verificar los ingredientes secundarios como el azúcar y el dióxido de carbono, estos son sometidos a pruebas microbiológicas para ver si son aptos o no para la elaboración de la bebida, si nos aptos se regresan al distribuidor.

Y en la **fase 3: elaboración de jarabe terminado** se realiza la mezcla del jarabe simple con el concentrado que es el sabor y la esencia de la bebida, mezclándose todo en tanques y en **la fase 4: elaboración de bebida terminada, mencionó que una vez se tiene** el jarabe terminado se mezcla con el agua

tratada en proporciones adecuadas según lo exija la fórmula.

2- Para poder conocer si dentro de la empresa se realiza algún tipo de análisis hacia la materia prima, se realizó la siguiente pregunta: **¿Utilizan pruebas para analizar a la materia prima sólida? ¿Podría mencionarnos qué tipos?**

"Dentro de la empresa se utiliza el polarímetro que funciona para conocer ver los cristales de la azúcar, con el fin de que se garantice la calidad de la azúcar y pruebas microbiológicas para descartar un crecimiento de patógenos malignos que limiten la producción".

Y 3- **¿Utilizan pruebas para analizar a la materia prima líquida? ¿Cuáles?**

"Si, se utiliza el conductímetro, es utilizado para medir la conductividad eléctrica en los líquidos como por ejemplo el agua, para poder conocer cuántos minerales lleva o en que concentración de minerales se encuentra el agua y poder descartar cierta anomalía en esta".

## **CATEGORÍA 2: LINEAMENTOS DE LAS NORMAS DE CALIDAD**

En relación, a los resultados anteriores, también mediante la entrevista se buscó conocer bajo que lineamientos de ley la empresa maneja los procesos de producción.

4- Así pues, se realizó la pregunta: **¿Qué normas internacionales son implementadas en la empresa?**

"Pues, dentro de la empresa se utilizan cuatro, estas son: (a) la ISO 9001 que consiste en ofrecernos herramientas de gestión, a la vez esto nos permiten definir las políticas empresariales y los objetivos de calidad de la empresa, monitorear y medir el desempeño de los procesos y características de los productos y fomentar la mejora continua dentro de la organización."

(b) La ISO 14,000 "Se ocupa ya que, es un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y se vuelve un aspecto muy importante dentro del sistema de gestión global de una organización; esta nos permite principalmente ser una herramienta que posibilite un mejor control sobre el impacto que pueden tener nuestra actividades, productos o servicios sobre el medio ambiente natural".

Por otra parte, también utilizamos (c) la ISO 22,000 "esta es adecuada para cualquier empresa de la cadena alimentaria, incluyendo organizaciones interrelacionadas como productores de equipos, material de envasado, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes. Por ello, es tomada en cuenta."

Y, por último, se utiliza (d) el Manual técnico centroamericano, este se toma en cuenta porque traza lineamientos sobre las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad.

### **CATEGORÍA 3: EQUIPOS TECNOLÓGICOS Y CONTROL DE CALIDAD**

Respecto a esta categoría se trató de obtener la información por medio de la pregunta siguiente:

**5- ¿Qué sistema utilizan para verificar que la tapa, etiqueta y volumen quede según lineamientos de calidad?**

"En el caso de la verificación, en esta se utilizan equipos de visión artificial los cuales son previamente reprogramados para reconocer patrones, formas geométricas e imágenes, en este sentido, la máquina es capaz de reconocer cuando una variable no cumple con las especificaciones y el equipo es capaz de descartar todos aquellos procesos que no están bajo los estándares de calidad".

Y por último en base a las especulaciones hechas por los

estudiantes que realizan el estudio, se elaboró un costo estimado de la implementación de sistemas que dan el mismo resultado que los utilizados en la constancia. Por ello, en la tabla con el nombre de: TABLA DE COSTOS ESTIMADOS, ha realizado un estimado sobre los costos que implementación de equipos.



**CAPITULO 5**  
**CONCLUSIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

Al contar con un sistema automatizado el resultado del producto fabricado es de alta calidad, ya que resulta importante aplicar equipo para realizar las tareas de control de calidad, es mucho más eficiente que el control de calidad realizado por el humano.

La aplicación de Tecnología para lograr un eficiente Control de Calidad, es de muchísima importancia y más en este caso ya que se trata de producto de bebida carbonatada. El mantener el mismo color, olor y sabor de la bebida, garantiza la preferencia sobre cualquier producto similar y a mantener la calidad que el cliente espera.

Durante la realización del trabajo de investigación se llevó a cabo múltiples visitas a la Industrias La Constancia durante las cuales se pudo constatar cuáles son los lineamientos que utiliza dicha empresa de bebidas para llevar a cabo el control de calidad de los productos de bebidas en envase de vidrio carbonatadas en función de la materia prima, llenado y producto final, los cuales son lineamientos que se encuentran dentro de las normas y estándares de control de calidad del producto tanto a nivel nacional como internacional.

Se pudo constatar la importancia y los beneficios que trae la implementación de tecnologías a los procesos de producción ya que ya que de forma eficiente y automatizada son capaces de verificar el producto descartarlo y arrojar datos estadísticos para el mejoramiento del proceso.

## **5.2 GLOSARIO**

### **PLC**

Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

### **VISIÓN ARTIFICIAL**

La visión artificial o visión por computador es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un computador. Tal y como los humanos usamos nuestros ojos y cerebros para comprender el mundo que nos rodea, la visión por computador trata de producir el mismo efecto para que las computadoras puedan percibir y comprender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación.

### **COMUNICACIÓN ETHERNET**

Estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones, la información es enviada en paquetes lo cual hace más eficiente la comunicación y más segura.

### **COMUNICACIÓN SERIAL**

La comunicación serie o comunicación secuencial, en telecomunicaciones e informática, es el proceso de envío de

datos de un bit a la vez, de forma secuencial, sobre un canal de comunicación o un bus.

En cambio, en la "comunicación en paralelo" todos los bits de cada símbolo se envían al mismo tiempo, y por ello debe haber al menos tantas líneas de comunicación como bits tenga la información a transmitir.

## **PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN**

En informática y telecomunicación, un protocolo de comunicaciones es un sistema de reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Se trata de las reglas o el estándar que define la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación, así como también los posibles métodos de recuperación de errores. Los protocolos pueden ser implementados por hardware, por software, o por una combinación de ambos.

## **LED**

Es un componente pasivo electrónico capaz de generar luz cuando pasa a través del voltaje en el rango de los 1.1v hasta 2.2 v

## **FUENTE DE ENERGÍA DC**

Dispositivo electrónico capaz de brindar energía DC partiendo de un suministro de energía alterna; dependiendo de las exigencias de la aplicación así se determinan los niveles de corriente y voltaje de la fuente.

## **CÁMARA**

Aparato electrónico que sirve para registrar imágenes de tipo estáticas o dinámicas.

## **SMART CÁMARA**

Es un aparato con las funciones básicas de obtener imágenes estáticas o dinámicas con la característica que en su interior tiene alojado una computadora que es capaz de procesar las imágenes y tomar decisiones dependiendo de cómo ha sido programada por el usuario o la necesidad para la cual se va a utilizar.

## **RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO**

Es una operación en la que se utiliza un material, habitualmente denominado resinas de intercambio iónico, que es capaz de retener selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en el agua, los mantiene temporalmente unidos a la superficie.

## **FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO**

Término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonáceos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada. Existe una amplia variedad de productos de carbón activado que muestran diferentes características, dependiendo del material de partida y la técnica de activación usada en su producción.

## **OSMOSIS**

Es un fenómeno físicorelacionado con el movimiento de un solvente a través de una membrana semipermeable. Tal

comportamiento supone una difusión simple a través de la membrana, sin gasto de energía, lo cual permite separar componentes sólidos de líquidos.

### **SGC**

Sistema de Garantía de Calidad (SGC).

### **SGA**

Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

### **APPCC**

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).

### 5.3 REFERENCIAS

Artificial. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 60(2), 4105-4127. Recuperada de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472007000200015&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472007000200015&script=sci_abstract)

Aznar, A. y Cabanellas, J. (s. f.). *Materias primas*. Universidad Carlos Tercero de Madrid.

Cardona, H. (1980). El control de calidad e importancia de su aplicación en la industria.

Centro de Comercio Internacional (2007) *Introducción a la iso 14000*. Recuperado de: [http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracencorg/Content/Exporters/Exporting\\_Better/Quality\\_Management/Redesign/EQB78%20Sp%2015.09.2010\(2\).pdf](http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracencorg/Content/Exporters/Exporting_Better/Quality_Management/Redesign/EQB78%20Sp%2015.09.2010(2).pdf)

Cordero, P. y Sepulveda, S. (2002). *Sistemas de gestión medio ambiental: las normas ISO 14000* (No. IICA-SCT 21). IICA, San José :Costa Rica.

Deming, W. E., & Medina, J. N. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos.

Evans, E. y Lindsay, W. (2014). *Administración y Control de Calidad*. México: Cengage Learning, Inc.

Flores, P. y Cesar, J. (1982). *Diseño e implementación de un sistema de control estadístico de calidad para la fabricación de componentes electrónicos y proyecciones de metas de calidad*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", San Salvador.

Houten, G. (2000). ISO 9001: 2000. *Information Management*, 34(2), 28.

Instituto Politécnico Nacional (2009). *Documentación de un Sistema de Control de Calidad bajo la norma ISO 9001:2000 en la subdirección de medicina crítica del Instituto Nacional de Pediatría*. México. (Tesis de Ingeniería). Recuperado de:  
<http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5792/A2.738.pdf?sequence=1>

Senlle, A., Stoll, G. A., Senlle, A., Torres, R., Perozo, V., García, A y Hart Vengoechea, C. D. (1994). *ISO 9000: las normas para la calidad en la práctica: calidad total y normalización* (No. D50 253). CEPAL, Bogotá (Colombia).

Sergio Cubero García, Valencia, Mayo 2012 (TESIS DOCTORAL) *Diseño e implementación de nuevas tecnologías basadas en visión artificial para la inspección no destructiva de la calidad de fruta en campo y mínimamente procesada*

Surazo, M. (2004). *Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida*. Recuperado de:  
[http://www.bvsde.paho.org/CDGDWQ/Biblioteca/Manuales\\_Guias\\_LibrosDW/manual%20analisis%20basicos%20CA.pdf](http://www.bvsde.paho.org/CDGDWQ/Biblioteca/Manuales_Guias_LibrosDW/manual%20analisis%20basicos%20CA.pdf)

Shikawa, K. (1997). *Qué es el control total de calidad?: la modalidad japonesa*. Editorial Norma.

Martínez Sánchez, V. A. (2001). *Automatización industrial moderna*. Alfaomega, México.

Pere, P. y Granollers, A. (s. f.). *Diseño y automatización industrial*. Recuperado de:  
<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>

Medrano, H. (2013). *Normalización de la calidad iso 9000 en las industrias de bebidas en el departamento de Suchitepéquez*. (Tesis de Licenciatura). Recuperada de:  
<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/01/01/Medrano-Hortencia.pdf>

Molina, M. (1998). *Gestión de calidad en documentación*. Recuperada de:  
<http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/3031/2991>

Montenegro, L. (2009). *Diseño y Construcción de una Inspeccionadora con Sistema de visión artificial para*

Ramírez, J (2000). "Historia de la calidad" en EXCELLENTIA, pp. 8-14, Recuperado de:  
[http://docencia.fca.unam.mx/~lvaldes/cal\\_pdf/cal5.pdf](http://docencia.fca.unam.mx/~lvaldes/cal_pdf/cal5.pdf)

Sandoval Niño, Z. L., & Prieto Ortiz, F. A. (2007). *Caracterización de café cereza empleando técnicas de visión*

## **5.4 ANEXOS**

*Escuela Especializada en Ingeniería*

*ITCA- FEPADE.*

*Escuela de Ingeniería en Mecatrónica.*

*Ingeniería en Mecatrónica.*

**Objetivo:** Conocer mediante la entrevista si los procesos de control de calidad y producción que realiza la industria de El salvador está apegada a las normas internacionales de calidad.

1- ¿Cuál es el proceso que se le da al agua, para lograr el producto final?

---

---

---

2- ¿Utilizan pruebas para analizar a la materia prima solida? ¿Podría mencionarnos qué tipos?

---

---

---

3- ¿Utilizan pruebas para analizar a la materia prima liquida? ¿Cuáles?

---

---

---

4- ¿Cuáles es el proceso para embotellar las bebidas?

---

---

---

5- ¿Cuál es el tratamiento que utilizan para detectar botellas que no cumplen con el estándar del llenado final?

---

---

---

6- ¿Qué sistema utilizan para verificar que la tapa este en perfectas condiciones?

---

---

---

7- ¿Cuál es el proceso que utilizan para poder verificar que la etiqueta quede según lineamientos de calidad?

---

---

---

8- ¿Qué normas internacionales utilizan en su proceso?

---

---

---

9- ¿Cuentan con SGC?

---

---

---

10- ¿La maquinaria utilizada para el proceso de producción esta normada?

---

---

---

## ANEXO B

### EQUIPOS PARA CONTROL DE CALIDAD MATERIAS PRIMAS

#### PH METRO

		SevenGo™			SevenGo pro™				
		SG2	SG3	SG23	SG6	SG7	SG8	SG68	SG78
pH	Rango de medición	0,00 ... 14,00		0,00 ... 14,00	-	-	-2.000 ... 20.000		
	Precisión	+/-0,01		+/-0,01	-	-	+/-0,002		
Conduc-tividad	Rango de medición	-	0,1 µS/cm ... 500 mS/cm	0,1 µS/cm ... 500 mS/cm	-	0,01 µS/cm ... 1000 mS/cm	-	-	0,01 µS/cm ... 1000 mS/cm
	Precisión	-	+/- -0,5%	+/- -0,5%	-	+/- -0,5%	-	-	+/- -0,5%
Iones	Rango de medición	-	-	-	-	-	-1,00E* ... 9,99E**		
	Precisión	-	-	-	-	-	+/- -0,5%		
Oxígeno	Rango de medición	-	-	-	0,0 ... 600%	-	-	0,0 ... 600%	-
	Precisión	-	-	-	+/- -0,5%	-	-	+/- -0,5%	-
Medición biconal		-	-	*	-	-	-	*	*

Más información y el volumen completo de funciones, v. pág. 12; para ver las especificaciones completas de los aparatos, v. págs. 13 a 16.



#### Seguridad y flexibilidad con SevenGo Duo pro™

Los aparatos SG78 y SG68 SevenGo Duo pro™ permiten determinar y visualizar simultáneamente dos parámetros electroquímicos con la máxima precisión en las medidas. Además de las extensas funciones GLP comunes de la gama SevenGo pro™, los aparatos SevenGo Duo pro™ ofrecen las más diversas funciones de seguridad como, por ejemplo, la gestión de sensores inteligentes (ISM®), el acceso (login) a los aparatos protegido por PIN o la configuración del sistema protegida igualmente por PIN. La gran pantalla de alta resolución con guía de menús en 10 idiomas y una señal acústica configurable hacen aún más sencillo su fácil manejo.

#### Suministro básico de las versiones en kit SevenGo™

	B Sólo medidor	ELK Kit con electrodo	FK2 Kit de campo 1,8 m	FK5 Kit de campo 5 m	FK10 Kit de campo 10 m	ASK Kit con ayudante
Medidor	*	*	*	*	*	*
Sensor IP67 con cable fijo de 1,8 m y pinza		*	*			*
Sensor IP67 con cable fijo de 5 m y pinza				*		
Sensor IP67 con cable fijo de 10 m y pinza					*	
Maleín de campo compacto con funda de protección, 4 recipientes portamuestras y bolsa de calibración (pH: 6 uds, cond.: 4 uds.)			*	*	*	
Maleín compacto con funda de protección, 4 recipientes portamuestras y bolsa de calibración (pH: 6 uds, cond.: 4 uds.)						*
EriGo™ (ayudante de campo)						*

Incluido siempre en el suministro básico: correa muñequera, 4 pilas AA, instrucciones de manejo, certificado de ensayo y declaración de conformidad

# CONDUCTIVIMETRO

**Escalas de medida (resolución según escala)**  
 Conductividad 0.01  $\mu\text{S}$  ... 500<sup>3</sup> mS/cm (\* sólo con C=10cm<sup>2</sup>)  
 Salinidad 5.85 mg/l ... 311.1 g/l NaCl  
 °C -20.0 ... 150.0

	Error de medida ( $\pm 1$ dígito)	Reproducibilidad ( $\pm 1$ dígito)
Conductividad	$\leq 0.5\%$	$\pm 0.1\%$
Salinidad	$\leq 0.5\%$	$\pm 0.1\%$
°C	$\leq 0.2$	$\pm 0.1\%$

**Compensación automática de temperatura**  
 TC, (coeficiente de temperatura): Lineal 0.00 ... 5.00 % / °C.  
 TR (temp. de referencia): 20 °C o 25 °C.

**Calibración CE**  
 Patrones: 147  $\mu\text{S/cm}$ , 1413  $\mu\text{S/cm}$ , 12.88 mS/cm y 111.8 mS/cm  
 (valores a 25 °C).  
 Con 1, 2 ó 3 patrones a seleccionar dentro de la gama.  
 Introducción manual de la constante de célula.  
 Frecuencia de calibración programable entre 0 y 99 días.

**Idiomas**  
 Castellano, Italiano, Francés, Inglés y Catalán.

**Pantalla**  
 Gráfica, de cristal líquido, retroiluminada, 128 x 64 puntos.

**Sensores conectables**  
 Célula de conductividad con sensor Pt1000, conector telefónico.

**Periféricos conectables**  
 Agitador magnético CRISON.

**Directivas baja tensión y CEM**  
 Según 2006/95/CE. Según 2004/108/CE.

**Alimentación**  
 A través de alimentador externo 220 VCA / 12 VDC, 3.3 W.

**Materiales**  
 Contenedor, ABS y PC.  
 Teclado, PET.

**Parámetros físicos**  
 Peso 800 g. Dimensiones 325 x 155 x 98 mm.

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.



## Células

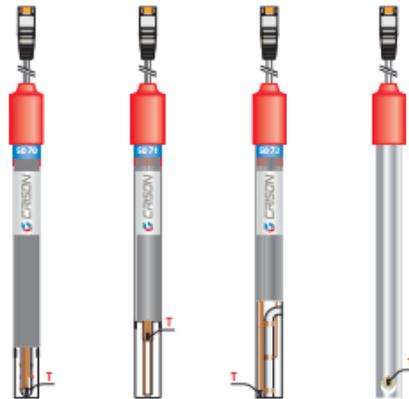
- Con conector telefónico de 8 contactos.
- Incluyen un sensor de temperatura Pt 1000.

50 70, universal.

50 71, para bajas conductividades.

50 72, para altas conductividades.

50 73, para muestras sucias o viscosas.  
 De fácil limpieza, muy sólida, inmóvil.



T= sensor de temperatura

Código	50 70	50 71	50 72	50 73
Escala de medida ( $\mu\text{S/cm}$ )	0.2 ... 200.000	0.05 ... 30.000	100 ... 500.000	100 ... 50.000
Escala de temperatura (°C)	-30 ... 85	-30 ... 85	-30 ... 85	0 ... 85
Constante aproximada (cm <sup>2</sup> )	0,7	0,1	10	0,3
Materiales	Vidrio / platino	Vidrio / platino	Vidrio / platino	Titanio

## ANALIZADOR DE AGUA TOC

### BIOTECTOR B7000: Analizador en línea de TOC / TN / TP

Datos Técnicos			
Características estándar	TOC	TN	TP
Tamaño de partículas	Sistema de rango ultra bajo: hasta 10 µm partículas orgánicas Sistema de rango estándar y rango ultra alto: hasta 2 mm partículas orgánicas		
Temperatura de entrada de la muestra	2 a 60 °C (de 36 a 140 °F)		
Presión de entrada de la muestra	Ambiente Para las aplicaciones con presión de muestra elevada se encuentran disponibles sistemas de muestreo.		
Volumen de la muestra	hasta 14 ml		
Caudal de la muestra	Mínimo 100 ml por muestra		
Temperatura ambiente	5 a 40 °C (de 41 a 104 °F) Disponible opción de aire acondicionado		
Funcionamiento	Microcontrolador con teclado de membrana		
Umbral de cambio de rango	Cambio de rango de medida por superación de valor umbral		
Humedad	5 a 85 % sin condensación		
Deriva de señal	< 5 % por año		
Tarjeta de memoria flash SD	Permite realizar con facilidad transferencia de datos y actualizaciones de configuración		
Idioma	Español, inglés, francés, alemán Se encuentran disponibles otros idiomas previa petición		
Almacenamiento de datos	9.999 datos de reacción anteriores 99 casos de error anteriores		
Carcasa	Poliéster reforzado con fibra de vidrio		
Peso	90 - 120 kg		
Dimensiones (Al. x An. x F.)	1250 x 750 x 320 mm	1250 x 750 x 320 mm	1500 (hasta 1750) x 750 x 320 mm
Consumo de energía	300 W		
Requisitos de funcionamiento	230 V / 50 Hz o 115 V / 60 Hz Otras opciones de potencia están disponibles previa petición.		
Intervalo de mantenimiento	6 meses		
Características opcionales	TOC	TN	TP
Parámetro	TIC, TC, VOC, BOD, COD	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub> , P <sub>reactivo</sub> (suma de fósforo orgánico y reactivo)
Canal múltiple	hasta 6 vías	hasta 6 vías	hasta 3 vías
EExp / Áreas de riesgo	Certificado TÜV: ATEX Ex II 3G Ex pz T4 Certificado ETL: Z-Purge, clase 1, div 2, grupos A, B, C, D, T3, T4, T6		
Control remoto	Entrada remota de marcha/paro Entrada remota de selección de rango y vía Entrada remota de análisis de muestra manual		
Válvulas	Calibración automática y muestra manual		
Comunicación digital	Modbus, PROFIBUS, Ethernet Modbus es una marca registrada de Gould Inc.		

# POLARÍMETRO

## Polarímetro ADP410

### Características:

- Escala doble
- Pantalla de temperatura
- Densidad Óptica en pantalla
- Compensación de temperatura
- Filtro de interferencia / LED
- RS232 (impresión / PC)
- Pantalla brillante LED
- Operación sencilla

### Accesorios opcionales:

- Tubos de flujo
- Tubos con camisa exterior de agua
- Tapas ranuradas
- Placas de control de cuarzo
- Impresoras

El ADP410 es un polarímetro completamente automático, de escala doble, diseñado para ser utilizado en muchas aplicaciones que requieren medida de rotación óptica.

El instrumento está encastrado en una robusta caja resistente a los productos químicos, que le hace adecuado para su uso tanto en entornos industriales como en el laboratorio. Pueden utilizarse tubos estándares, alimentadores o con camisa exterior de agua, posiblemente necesitando el uso de tapas con ranuras especialmente adaptadas.

El funcionamiento es muy sencillo, mediante cuatro pulsadores identificados gráficamente, incluyendo selección de escala y compensación, calibración a cero e indicación de densidad óptica y temperatura. Los resultados aparecen en una pantalla brillante LED y se pueden imprimir mediante un interface RS232.

La compensación de temperatura se consigue desde un solo sensor, que mide la temperatura dentro de la cámara de muestra o, cuando se coloca en el brazo central de llenado del tubo de medida, la temperatura de la muestra presente.

El valor de lectura y la densidad óptica de la muestra se indican de forma alternativa pulsando repetidamente la tecla READ. El instrumento se comprueba y calibra utilizando placas de control de cuarzo mediante el acceso a la opción de extensión en el menú de instalación. Si una muestra es demasiado oscura, el instrumento indica un mensaje de error.

Un LED con filtro de banda de interferencia ilumina la muestra y no requiere mantenimiento



ADP410 con tubo de Polarímetro en

Panel de pantalla del ADP410.

**Peso neto:** 9.0 kg

**Dimensiones reales:**  
620 (ancho) x 340 (fondo) x 150 (alto) mm

**Fuente de alimentación:** externa 90-250v~, 50/60Hz. Suministrada con el instrumento.



Bellingham+Stanley Ltd. dirige un Sistema de Gestión de Calidad que cumple con la norma BS EN ISO 9001:2000 (Nº de certificado LRQ 0063791).



Especificaciones		
	Angular (°A)	ISS (°Z)
Rango	-90 to +90	-225 to +225
Resolución	0.01	0.01
Precisión	±0.02	±0.05

Fuente de luz	LED con filtro de interferencias (589.3nm)
Diámetro del haz de luz	4 mm
Longitud máxima del tubo	220 mm
Tiempo de lectura	15 segundos
Temperatura	5-40 °C
Compensación de temperatura	Ninguna, azúcar, cuarzo
Rango de densidad óptica	0.0 to 2.0 OD

Código de pedido	Descripción
37-10	Polarímetro digital ADP410, suministrado con un tubo central de llenado (200mm), manual de instrucciones y certificado de conformidad.
34-20	Placa de control de cuarzo 3° A / 100 °Z
34-21	Placa de control de cuarzo 5° A / 15 °Z
37-009	Tapa ranurada para tubo central de llenado de 200mm, con camisa exterior de agua
37-010	Tapa ranurada para tubo central de llenado de 100mm, con camisa exterior de agua
37-011	Tapa ranurada para tubo de flujo de 200mm, con camisa exterior de agua
37-012	Tapa ranurada para tubo de flujo de 100mm, con camisa exterior de agua

Bellingham+Stanley Ltd. sigue una política de continuo desarrollo y mejora de producto y, como tal, la información proporcionada en esta Hoja de Datos se puede actualizar o retirar sin previo aviso

## ANEXO C

### EQUIPOS DE VISIÓN ARTIFICIAL CONTROL DE CALIDAD

#### PLC 1200 SIEMENS

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo</li> <li>• Memoria de carga</li> <li>• Memoria remanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales</li> <li>• Analógicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 entradas/10 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase simple</li> <li>• Fase en cuadratura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> <li>• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6</li> <li>• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz</li> </ul>
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

## SMARTCAM

<b>Task</b>	Positioning Inspection Measuring Monitoring and controlling
<b>Sensor</b>	CMOS matrix sensor, grayscale values
<b>Sensor resolution</b>	384 px x 384 px 640 px x 480 px 800 px x 600 px
<b>Light source</b>	White White dome light UV Infrared
<b>Focus</b>	Adjustable focus (manually)
<b>Lens</b>	Exchangeable (M12-mount) Integrated Not included (M12-mount)
<b>Operator interfaces</b>	Inspector Viewer Web server Inspector Viewer software
<b>Interfaces</b>	Gigabit or 100 Mb Ethernet
<b>Serial (RS-232, RS-422)</b>	–
<b>Ethernet</b>	✓ / ✓, EtherNet/IP / ✓, TCP/IP, EtherNet/IP / ✓, TCP/IP, EtherCAT
<b>Dimensions</b>	100 mm x 53 mm x 38 mm 263.2 mm x 221.2 mm x 54.4 mm

## FUENTE DE VOLTAJE

### CliQ DIN Rail Power Supply 24V 120W 1 Phase / DRP024V120W1AA



#### Highlights & Features

- Reliable design, with expected life of 10 years
- Compact, rugged design for ease of handling and installation
- Multiple connections to terminals allowed
- Designed for Class I Div. 2 Hazardous Locations environments
- Meets worldwide safety requirements
- RoHS Directive 2011/65/EU Compliant
- Worldwide AC input range without power de-rating
- Overvoltage / Overcurrent / Over Temperature Protections
- 150% Power Boost (steady state peak load) for 3 seconds

#### Safety Standards



CB Certified for worldwide use

**Model Number:** DRP024V120W1AA  
**Unit Weight:** 0.54 kg  
**Dimensions (L x W x D):** 121 x 50 x 118.7 mm

#### General Description

The DRP024V120W1AA is part of the CliQ series of DIN Rail power supplies from one of the world's largest power supply manufacturers and solution providers - Delta. This product provides an adjustable output capable of operating from input voltages at 85-264Vac, and a wide temperature range of -20°C to 75°C. With a rugged, compact plastic case design that meets shock and vibration requirements (in accordance to IEC60068-2-27 and IEC60068-2-6 respectively), and conformal-coated PCB assembly, this state of the art design is well suited to a broad variety of industrial applications worldwide.

#### Model Information

##### CliQ DIN Rail Power Supply

Model Number	Input Voltage Range	Output Voltage	Output Current
DRP024V120W1AA	85-264Vac (120-375Vdc)	24Vdc	5A

#### Model Numbering

DRP	P	024V	120W	1	A	A
DIN Rail	Power Supply	Output Voltage	Output Power	Single Phase	CliQ Series	Metal Case

## ANEXO D

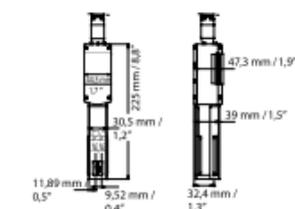
### EQUIPO CODIFICADOR

#### Características de impresión

- Cabezal monojet o bijet
- Sistemas de uno o dos cabezales
- Cabezal G (resolución de impresión 71 dpi) - cabezal M (resolución de impresión 115 dpi) - cabezal P (resolución de impresión 178 dpi)
- Hasta 8 líneas de impresión
- Velocidad de impresión: hasta 5,5 m/s
- Fuentes de 5 a 24 puntos
- Tamaño de caracteres de 0,7 a 18,2 mm
- Códigos de barras mono y bi-dimensionales (Datamatrix)
- Amplia gama de fuentes (caracteres latinos, árabes, cirílicos, japoneses, chinos, hebreos, coreanos...)

#### Configuraciones disponibles

	9040	9040 IP65	9040 S
1,1 G	+	+	
1,2 G	+	+	
1,1M	+	+	
1,2 M	+	+	
1,2 MS			+
1,1 P	+		
2,1 G	+	+	
2,2 G	+	+	
2,1 M	+	+	
2,2 M	+	+	



\*Disponibilidad según la configuración

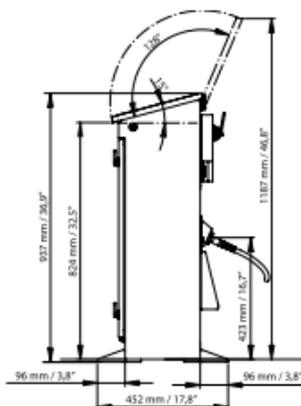
Si desea más información, visite [www.markem-imaje.es](http://www.markem-imaje.es)



Nos reservamos el derecho de modificar el diseño y/o las especificaciones de nuestros productos sin previo aviso.

#### Operaciones

- Biblioteca de hasta 2000 mensajes
- Interfaz operador internacional (29 idiomas disponibles)
- Pantalla azul retro-iluminada, con visualización WYSIWYG
- Creación de logotipos directamente sobre el teclado
- Compatible con tarjetas PCMCIA, Compact Flash y SD
- Puerto USB
- Calidad de impresión garantizada gracias al Jet Speed Control (control de la velocidad del chorro)
- Selección automática de las fuentes según la velocidad de impresión y la distancia entre el cabezal y el objeto
- Posibilidad de escoger el tipo de tinta: secado rápido y base alcohol
- Dos tanques (1 litro cada uno)
- Conexión y desconexión rápidas de los accesorios (fotocélula, tacómetro y alarma)
- Conexión RS-232M22\*, comunicación paralela\*, numerosas entradas y salidas que permiten el control a distancia
- Conectividad Ethernet



#### Otras características

- Peso: 40 kg
- Ombilic flexible de 3 metros
- Consola de acero inoxidable
- Nivel de protección polvo/agua: IP54
- Autónomo: no utiliza aire comprimido
- Temperatura de funcionamiento: de 0° a 50°C
- Índice de humedad: del 10% al 90% sin condensación
- Alimentación eléctrica: 100-120 V ó 200-240 V con conmutación automática; frecuencia 50/60 Hz; potencia 200 VA

#### Accesorios

- Cabezal estándar (aluminio o acero inoxidable)
- Kits de fijación de cabezal
- Funda de cabezal
- Fococélula
- Tacómetro
- Alarma luminosa (24 V)

#### Opciones

- IP65 (requiere aire comprimido)
- Alta velocidad (versión S)
- Kit de presurización de cabezal
- Ombilic flexible de 5 o 8 metros
- Ombilic acodado 90°
- Cabezal acodado 90°

