



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mejora de los Parámetros de Control para Incrementar la Productividad en el  
Proceso de Cristalización en la Empresa Azucarera  
Andahuasi S.A.A - 2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

Martínez Sipan, Pedro Raymundo

**ASESOR**

Mg. Rodríguez Alegre, Lino Rolando

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCCION**

**LIMA - PERU**

**2017**

**PÁGINA DEL JURADO**

---

---

**Presidente**

---

---

**Secretario**

---

---

**Vocal**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado a mi Padre que siempre estuvo apoyándome en mis estudios; dedicado a mí madre que en paz descansa le debo quien soy ahora; a mi hijo mi mayor triunfo en la vida y finalmente a todos los que me brindaron su apoyo incondicional para culminar con mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mi Asesor por haber brindado las pautas necesarias para culminar mi trabajo de investigación, así mismo a Dios por estar presente en cada paso que doy.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **PEDRO RAYMUNDO MARTINEZ SIPAN** con DNI N° **71276142**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima, noviembre del 2017

---

Pedro Raymundo Martínez Sipan

DNI: 71276142

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesina titulada “Mejora de los Parámetros de Control para Incrementar la Productividad en el Proceso de Cristalización en la Empresa Azucarera Agraria Andahuasi S.A.A. - 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

**Pedro Raymundo Martínez Sipan**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	16
1.1 Realidad Problemática .....	17
1.2 Trabajos previos .....	27
1.2.1 Antecedentes internacionales .....	27
1.2.2 Antecedentes Nacionales .....	28
1.3 Teorías Relacionadas al Tema .....	30
1.3.1 Análisis de Capacidad de Proceso .....	30
1.3.2 Presión manométrica .....	32
1.3.3 Diagrama Ishikawa (Diagrama Causa - Efecto) .....	33
1.3.4 Diagrama de Flujo .....	34
1.3.5 Diagrama de Pareto .....	35
1.3.6 Histogramas .....	35
1.3.7 Temperatura .....	36
1.3.8 Calor .....	38
1.3.9 Vapor .....	38
1.3.10 Productividad .....	39
1.3.11 Eficiencia .....	39
1.3.12 Eficacia .....	40
1.3.13 Mejora Continua .....	40
1.3.14 Definición de términos básicos .....	41
1.4 Formulación del problema .....	42
1.4.1 Problema General .....	42
1.4.2 Problema Específico .....	42

1.5	Justificación del estudio.....	43
1.6	Objetivos.....	43
1.7	Hipótesis.....	44
II.	<b>MÉTODOLOGÍA.....</b>	<b>45</b>
2.1	Diseño de Investigación.....	46
2.2	Identificación de Variables, Operacionalización.....	47
2.2.1	Variable Independiente: Parámetros de control.....	47
2.2.2	Variable Dependiente: Productividad.....	47
2.2.3	Operacionalización.....	48
2.3	Población y Muestra.....	49
2.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad Técnica de Recolección de Datos.....	50
2.5	Métodos de Análisis de Datos.....	51
2.6	Aspectos Éticos.....	52
2.7	Desarrollo de la Propuesta.....	52
2.7.1.	Diagnóstico de la Situación Actual (LA SITUAC PROBLEMÁTICA).....	52
2.7.2	Propuesta de Mejora: Área de Cristalización.....	70
2.7.3	Implementación de la mejora.....	76
2.7.4	Resultados después de la mejora.....	79
2.7.5	Análisis Costo Beneficio (análisis económico financiero).....	80
III.	<b>RESULTADO.....</b>	<b>83</b>
3.1	RESULTADO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	84
3.1.1	Resultado del análisis descriptivo.....	84
3.1.1.2	Variable Dependiente: Productividad.....	84
3.2	RESULTADO DEL ANÁLISIS INFERENCIAL.....	89
3.2.1	Variable Dependiente:.....	89
3.2.1.1	Productividad.....	89
3.2.1.2	Eficacia.....	91
3.2.1.3	Eficiencia.....	94
IV.	DISCUSIÓN.....	97
V.	CONCLUSIONES.....	99
VI.	RECOMENDACIONES.....	101
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
VIII.	ANEXOS.....	108



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción nacional de azúcar (2007 .2016) miles de toneladas.....	20
Figura 2 Producción Nacional de Azúcar (2007 – 2016) miles de toneladas.....	21
Figura 3 Producción de Azúcar por empresas. ....	21
Figura 4 Diagrama Causa - Efecto.....	23
Figura 5 Diagrama de Pareto.....	26
Figura 6 Diagrama Causa – Efecto.....	33
Figura 7 Diagrama de Flujo.....	34
Figura 8 Diagrama de Pareto.....	35
Figura 9 Comparación de las tres diferentes escalas de temperatura.....	37
Figura 10 Termocuplas.....	38
Figura 11 Medición de Calor.....	38
Figura 12 Organigrama de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. ....	54
Figura 13 Diagrama de Flujo del proceso productivo para la elaboración del azúcar ....	63
Figura 14 Balance de sólidos en los tachos: en porcentajes – sistema 3 templas.....	68
Figura 15 Balance de sólidos en los tachos: en Kg/hr – sistema 3 templas .....	69
Figura 16 Gráfico lineal de productividad del Pre-Test y Pro-Test.....	84
Figura 17 Gráfico de barras de la productividad del Pre-Test y Post-Test.....	85
Figura 18 Gráfico Lineal de la eficacia del pre-test y post-test .....	85
Figura 19 Gráfico de Barras de la eficacia del pre-test y post-test .....	86
Figura 20 Gráfico Lineal de la eficiencia del pre-test y post-test .....	87
Figura 21 Gráfico de Barras de la eficiencia del pre-test y post-test.....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción de Caña de Azúcar año 2013 .....	18
Tabla 2 Producción Nacional de caña de azúcar .....	20
Tabla 3 Causas de la baja productividad en el proceso de cristalización.....	24
Tabla 4 Análisis de las causas de la baja productividad en el proceso de cristalización.....	25
Tabla 5 Matriz de Operacionalización .....	48
Tabla 6 Validez del instrumento de medición.....	51
Tabla 7 Diagrama de Gantt.....	74
Tabla 8 Tabla antes de la mejora.....	75
Tabla 9 Resultados después de la mejora .....	79
Tabla 10 Producción diaria de azúcar .....	80
Tabla 11 Producción mensual de azúcar .....	81
Tabla 12 Producción anual de azúcar .....	81
Tabla 13 Beneficio por día, mes y año .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 14 Estadístico descriptivo del pre-test y post-test de la eficiencia.....	84
Tabla 15 Estadístico descriptivo del pre-test y post-test de la eficacia.....	86
Tabla 16 Estadístico descriptivo del pre y post test de la eficiencia .....	87
Tabla 17 Prueba de normalidad de la Productividad del pre-test y post-test con Shapiro Wilk .....	89
Tabla 18 Estadísticas de muestras relacionadas de la Productividad del pre-test y post-test.....	90
Tabla 19 Prueba de muestras relacionadas de la Productividad del pre-test y post-test .....	91
Tabla 20 Prueba de normalidad de la Productividad del pre-test y post-test con Shapiro Wilk .....	92
Tabla 21 Estadísticas de muestras relacionadas del pre y post test de la Eficacia .....	93
Tabla 22 Prueba de muestras relacionadas Pre y Post test de la Eficacia .....	93
Tabla 23 Prueba de normalidad de la Eficiencia del Antes y Después con Shapiro Wilk .....	94
Tabla 24 Análisis descriptivo estadísticos de la Eficiencia del pre-test y post-test con Wilcoxon .....	95

Tabla 25 Rangos de Prueba de Wilcoxon del pre y post test de la Eficiencia .... 96

## INDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Tabla de Datos N° 1.....	109
Anexos 2 Tabla de Datos N°2.....	110
Anexos 3 Tabla de Datos N°3.....	111
Anexos 4 Tabla de Datos N°4.....	112
Anexos 5 Tabla de Datos N°5.....	113
Anexos 6 Tabla de Datos N°6.....	114
Anexos 7 Tabla de Datos N°7.....	115
Anexos 8 Tabla de Datos N°8.....	116
Anexos 9 Tabla de Datos N°9.....	117
Anexos 10 Tabla de Datos N°10.....	118
Anexos 11 Tabla de Datos N°11.....	119
Anexos 12 Tabla de Datos N°12.....	120
Anexos 13 Tabla de Datos N°13.....	121
Anexos 14 Tabla de Datos N°14.....	122
Anexos 15 Tabla de Datos N°15.....	123
Anexos 16 Tabla de Datos N°16.....	124
Anexos 17 Tabla de Datos N°17.....	125
Anexos 18 Tabla de Datos N°18.....	126
Anexos 19 Tabla de Datos N°19.....	127
Anexos 20 Tabla de Datos N°20.....	128
Anexos 21 Tabla de Datos N°21.....	129
Anexos 22 Tabla de Datos N°22.....	130
Anexos 23 Tabla de Datos N°23.....	131
Anexos 24 Tabla de Datos N°24.....	132
Anexos 25 Tabla de Datos N°25.....	133
Anexos 26 Tabla de Datos N°26.....	134
Anexos 27 Tabla de Datos N°27.....	135
Anexos 28 Tabla de Datos N°28.....	136
Anexos 29 Tabla de Datos N°29.....	137
Anexos 30 Tabla de Datos N°30.....	138
Anexos 31 Diagrama de Operaciones del Proceso.....	139
Anexos 32 Diagrama de Flujo de una Empresa Agraria Azucarera.....	141
Anexos 33 Matriz de Consistencia.....	142
Anexos 34 – Matriz de Operacionalización.....	143
Anexos 35 - Juicio de Expertos N°1.....	144

Anexos 36 - Juicio de Expertos N°2 N°2.....	146
Anexos 37 - Juicio de Expertos N°3.....	148

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Mejora de los Parámetros de Control para incrementar la Productividad en el Proceso de Cristalización en la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A – 2017” tiene como fin elevar la producción de azúcar en el área de Cristalización de la Planta, estableciendo sistemas de control que permitan estabilizar estos parámetros como presión y temperatura lo más cercano posible a los valores estándar establecidos para estos parámetros de manera tal que se incremente la productividad con la misma cantidad de recursos(jarabe) que entra al área por día.

Para tal fin se tomó valores de estos parámetros sin implementar las medidas de control durante 15 días y posteriormente se volvió a tomar medidas de estos parámetros pero controlando la estabilidad de estos parámetros durante estos 15 días; como resultado se obtuvo implementando esta mejora se obtuvo un incremento de la producción de azúcar en el área.

El presente estudio en el capítulo I nos habla sobre la problemática de la empresa, antecedentes de investigaciones referidos al tema y un marco teórico relacionados al trabajo de investigación.

En el capítulo II se habla de la metodología del trabajo de investigación siendo el diseño de Investigación Aplicada, de tipo Cuasi Experimental y de Nivel Longitudinal; asimismo se desarrolla la propuesta de mejora en donde se muestra y detallan los resultados de observaciones de control de los parámetros tomados antes y después de la mejora y así mismo se hace un análisis Costo – Beneficio de la propuesta.

En el Capítulo III muestra los resultados obtenidos con su respectivo análisis inferencial.

Finalmente se muestran los Capítulos de Discusión, Conclusión, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos

Palabras clave: presión, temperatura, producción, eficiencia, eficacia

## ABSTRACT

The present research work entitled "Improvement of the control parameters to increase the productivity in the crystallization process in the Azucarera Andahuasi SAA - 2017" aims to raise the production of sugar in the crystallization area of the Plant, establishing systems control to stabilize these parameters as pressure and temperature as close as possible to the standard values established for these parameters in such a way that productivity increases with the same amount of resources (syrup) that enters the area per day.

To this end, values of these parameters were taken without implementing the control measures for 15 days and then measurements of these parameters were taken again, but controlling the stability of these parameters during these 15 days; As a result, this improvement was achieved by increasing the production of sugar in the area.

The present study in chapter I talks about the problems of the company, research background related to the subject and a theoretical framework related to research work.

In chapter II we talk about the methodology of the research work being the design of applied research, of quasi-experimental type and of longitudinal level; The improvement proposal is also developed where the results are shown, observation of the control of parameters taken before and after the improvement, and a Cost - Benefit analysis of the proposal is also made.

In chapter III shows the results obtained with their respective inferential analysis.

Finally the chapters are shown, discussion chapters, conclusions, recommendations, bibliographical references and annexes

Key words: Pressure, temperature, production, efficiency, effectiveness.

## I. INTRODUCCION



## 1.1 Realidad Problemática

El azúcar es uno de los productos con mayores usos agroindustriales, por lo que destaca su comercialización a nivel global; en los países en vías de desarrollo absorbe una gran cantidad de mano de obra para actividades principalmente de campo por su impacto económico y social<sup>1</sup>.

En estos últimos cinco años, la producción mundial de azúcar ha experimentado un incremento constante. Esto como producto de la demanda por el crecimiento económico, el aumento de la población a nivel global y la expansión de la comunidad urbanizada.

También ha influido en este escenario de crecimiento en la demanda, la diversificación en la utilización de la caña de azúcar, en especial, por el incremento de su uso como insumo para la producción de biocombustibles, en los períodos en que el precio del petróleo se elevaba. Así, se consolidó el rol del etanol de caña de azúcar, en el cual Brasil es el líder indiscutible desde el 2005. Así, Brasil, potencia mundial en la producción de caña de azúcar en los últimos 30 años, ha invertido en la producción de caña de azúcar para producir etanol y diversificar su matriz energética.

Según información de Irrázaval, J. (2012), Brasil es el primer productor mundial de azúcar en base a caña (38 millones de TM) y ocupa el cuarto lugar en consumo, con 11,4 millones TM.

Tiene el mayor consumo per cápita de azúcar con 56,5 kilos al año y es el primer exportador mundial, con 26,5 millones de TM, de las cuales 21,9 millones son de azúcar cruda y 4,6 millones de azúcar blanca. La tabla N° 1 adjunta muestra este detalle.



	País	Toneladas		País	Toneladas
1	Brasil	739'267,042	21	El Salvador	7'179,000
2	India	341'200,000	22	Ecuador	7'158,265
3	China	126'136,000	23	Nicaragua	7'026,599
4	Tailandia	100'096,000	24	Sudán	6'797,900
5	Pakistán	63'749,900	25	Venezuela	6'700,000
6	México	61'182,077	26	Irán	6'200,000
7	Colombia	34'876,332	27	Honduras	6'096,000
8	Indonesia	33'700,000	28	Kenya	5'900,000
9	Filipinas	31'874,000	29	Paraguay	5'544,797
10	EEUU	27'905,943	30	Swazilandia	5'450,000
11	Australia	27'136,082	31	Rep. Dom.	4'771,211
12	Guatemala	26'334,667	32	Bangladesh	4'434,000
13	Argentina	23'700,000	33	Costa Rica	4'411,088
14	Vietnam	20'018,400	34	Zambia	4'000,000
15	Sudáfrica	18'000,000	35	Zimbabue	4'000,000
16	Egipto	16'100,000	36	Mauricio	3'815,782
17	Cuba	14'400,000	37	Mozambique	3'395,000
18	Perú	10'992,240	38	Madagascar	3'350,000
19	Myanmar	9'900,000	39	Uganda	3'350,000
20	Bolivia	8'065,889	40	Tanzania	3'000,000

**Tabla 1 Producción de Caña de Azúcar año 2013**

Fuente: **Análisis financiero de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A, UNMSM, 2013)**

El Perú históricamente ha sido uno de los principales productores y exportadores mundiales de azúcar; sin embargo, con la Ley de Reforma Agraria del Gobierno Militar ocurrida en el año 1969, Andahuasi, al igual de las demás haciendas azucareras, se convirtió en una de las doce Cooperativas Azucareras pasando el 13 de junio de 1971, a manos de sus trabajadores asociados en Cooperativas;

La convulsión social del país en los años 80 también la afectó; así el 29 de Marzo de 1989 fue blanco de un ataque senderista, el cual destruyó gran parte de sus equipos e instalaciones fabriles.

La administración ineficiente de las cooperativas azucareras, la escasa inversión, el atraso tecnológico de la industria entre otros problemas internos de las Cooperativas azucareras hicieron del Perú un país importador de azúcar.

En los años 80, al ser deficitarios en la producción de azúcar nos convertimos en importadores del mismo y en 1988 el país llegó a importar hasta 499,793 toneladas lo cual representaba el 52% del consumo interno.

Sin embargo, con el proceso de privatización del sector azucarero a partir del año 1996, iniciado por el gobierno con la promulgación del Decreto Legislativo 802, “Ley de Saneamiento Económico Financiero de las Empresas Agrarias Azucareras”, se iniciaron las inversiones orientadas a la mejora tecnológica y la modernización de la gestión de la administración de las empresas azucareras. Como resultado de esto, el país pasó de ser un importador de azúcar no solo a autoabastecerse sino, inclusive, exportar los excedentes de la producción.

El sector azucarero tiene gran importancia económica y social en los valles y pueblos de la costa cuyos pobladores se dedican a la agricultura y dependen económicamente de la producción azucarera.

En nuestro país la producción de azúcar proviene de las 11 empresas que tienen ingenios que producen azúcar refinada y otros derivados. Existen también pequeñas empresas y campesinos particulares dedicados a la siembra de caña de azúcar cuya producción las absorbe estas empresas.

Los principales departamentos donde se cultiva la caña de azúcar son:

- ❖ La Libertad, donde se ubican las Empresas como: Casagrande, Cartavio y Agroindustrial Laredo,
- ❖ Lambayeque, donde se encuentran las Empresas: Tumán, Pomalca, Pucalá y Azucarera del Norte, Pucalá,
- ❖ Lima, con las Empresas Andahuasi y Paramonga,
- ❖ Áncash, con la Empresa San Jacinto y,
- ❖ Arequipa con la Empresa Chucarapi.

Según la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2008-2009 del INEI, el consumo per cápita de azúcar en el Perú era de 19,5 Kgs; sin embargo, según información periodística del diario GESTION (28 de junio del 2016), que para el año 2014 el consumo estaba en 38.2 Kg.

La producción, el 2016 cerró con un descenso de 4.11% respecto al 2015, sumándose al descenso del 2015 respecto del 2014 del 10.39%.

TONELADAS	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lambayeque	291.544	279.666	315.954	280.698	193.053	222.584
La Libertad	543.624	562.717	574.422	633.994	630.030	647.055
Ancash	80.112	83.717	101.306	96.422	108.149	112.848
Lima	157.134	175.852	174.192	185.305	184.268	159.004
Arequipa	3.800	4.938	8.194	7.073	3.926	2.204
Total (miles)	1076	1107	1174	1203	1119	1144

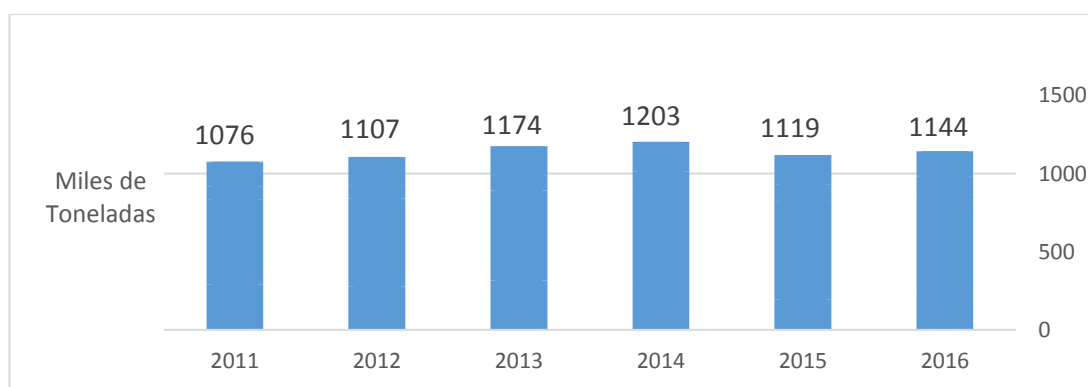
**Tabla 2 Producción Nacional de caña de azúcar**

**Fuente** Ministerio de Agricultura

La producción estimada de Azúcar en el 2016 fue de 1, 143,794 TM, 2.18% mayor que el 2015; y se exportaron 370,476 TM de Azúcar, que representa un crecimiento del 7.5%. El cuadro N° 2 adjunto resume el detalle de la producción nacional de los departamentos productores de caña de azúcar.

La Libertad, Ancash y Lambayeque representan más del 75% de la oferta nacional de producción de azúcar, por la gran parte de los cultivos de caña se encuentran en la zona por su clima e hidrografía.

El Perú posee el mayor rendimiento de caña por hectárea en el mundo. Su situación geográfica le permite producir durante todo el año, siendo ésta una ventaja competitiva para la reducción de los costos de Producción. El gráfico N° 1 resume la producción nacional entre los años 2011 al 2016.



**Figura 1 Producción nacional de azúcar (2011-2016) miles de toneladas**

**Fuente:** Ministerio de Agricultura

Finalmente, la figura N° 2 muestra el detalle de la producción de las diferentes empresas azucareras del país entre los años 2014 al 2016.

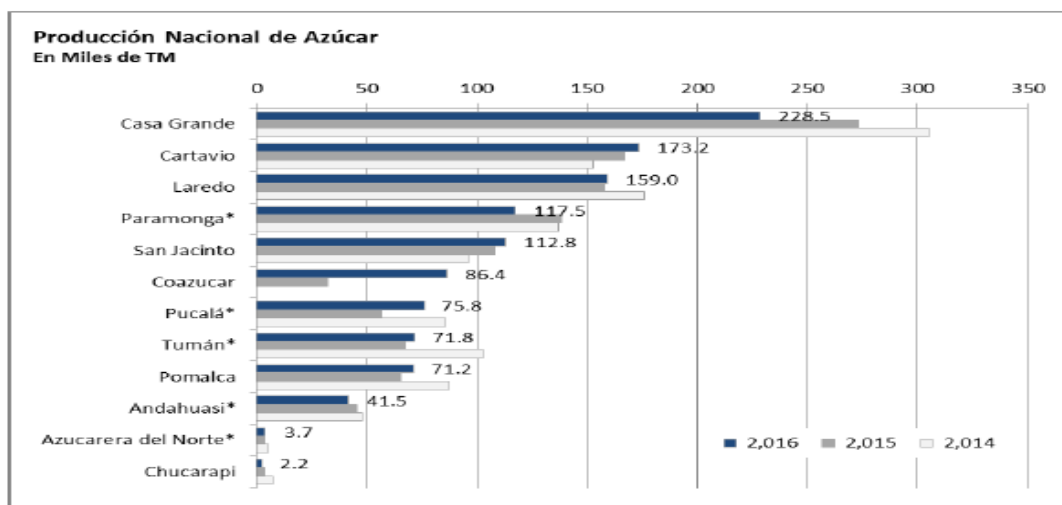


Figura 2 Producción Nacional de Azúcar (2007 – 2016) miles de toneladas

Fuente: Ministerio de Agricultura

A nivel de empresas, la mayor productora de azúcar el año 2015 fue Casagrande (25.1% del total), seguida de Cartavio (15.3%), Agroindustrial Laredo (14.5%), Paramonga (12.6%), San Jacinto (9.9%), Tumán (6.2%), Pomalca (6.0%), Pucalá (5.2%), Andahuasi (4.4%), Chucarapi (0.4%) y Azucarera del Norte (0.3%). La figura No 3 adjunto muestra la participación porcentual de las empresas de producción de azúcar en el año 2015

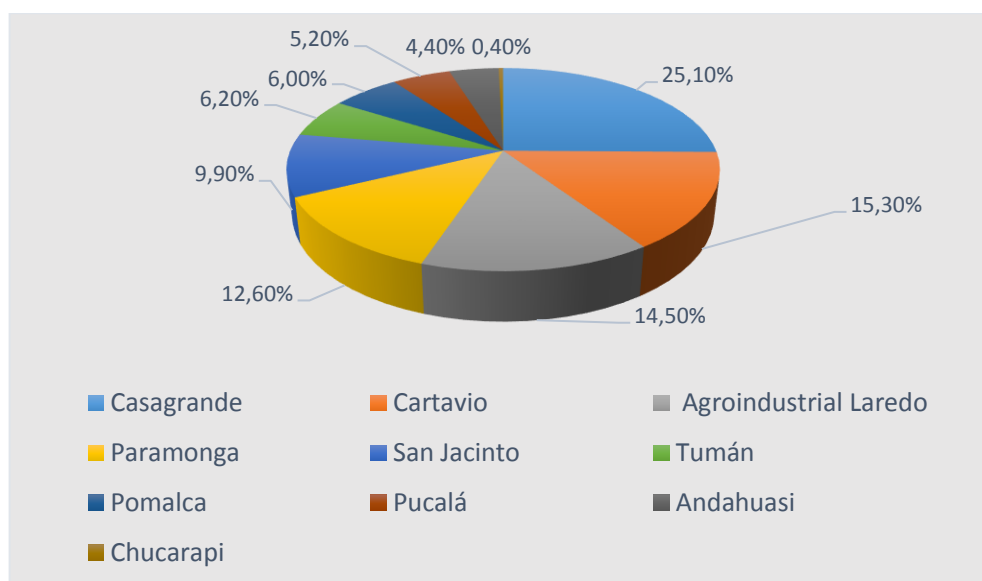


Figura 3 Producción de Azúcar por empresas.

El azúcar es un cuerpo solido sólido cristalizado, cuyo color en estado puro es blanco. Es una sustancia soluble en agua y que se caracteriza por su sabor muy dulce. Se obtiene de la caña de azúcar. Pasa por un proceso, en el que se cristaliza formando agujas puntiagudas. Según el grado de refinamiento que sufren, pertenecen a un tipo u otro de edulcorantes.

Es así como en el área de elaboración (FABRICA) en la parte del proceso de cristalización se observan problemas frecuentes que ataca en la calidad de azúcar que se procesa, por lo que se hace necesario mejorar la producción en dicha sección. Para ello se propone el empleo de herramientas de la calidad las que nos permitirán detectar las causas del problema con la participación de los colaboradores y así poder controlar el proceso para mantener la calidad del sistema de producción e incrementar la producción.

# DIAGRAMA ISHIKAWA

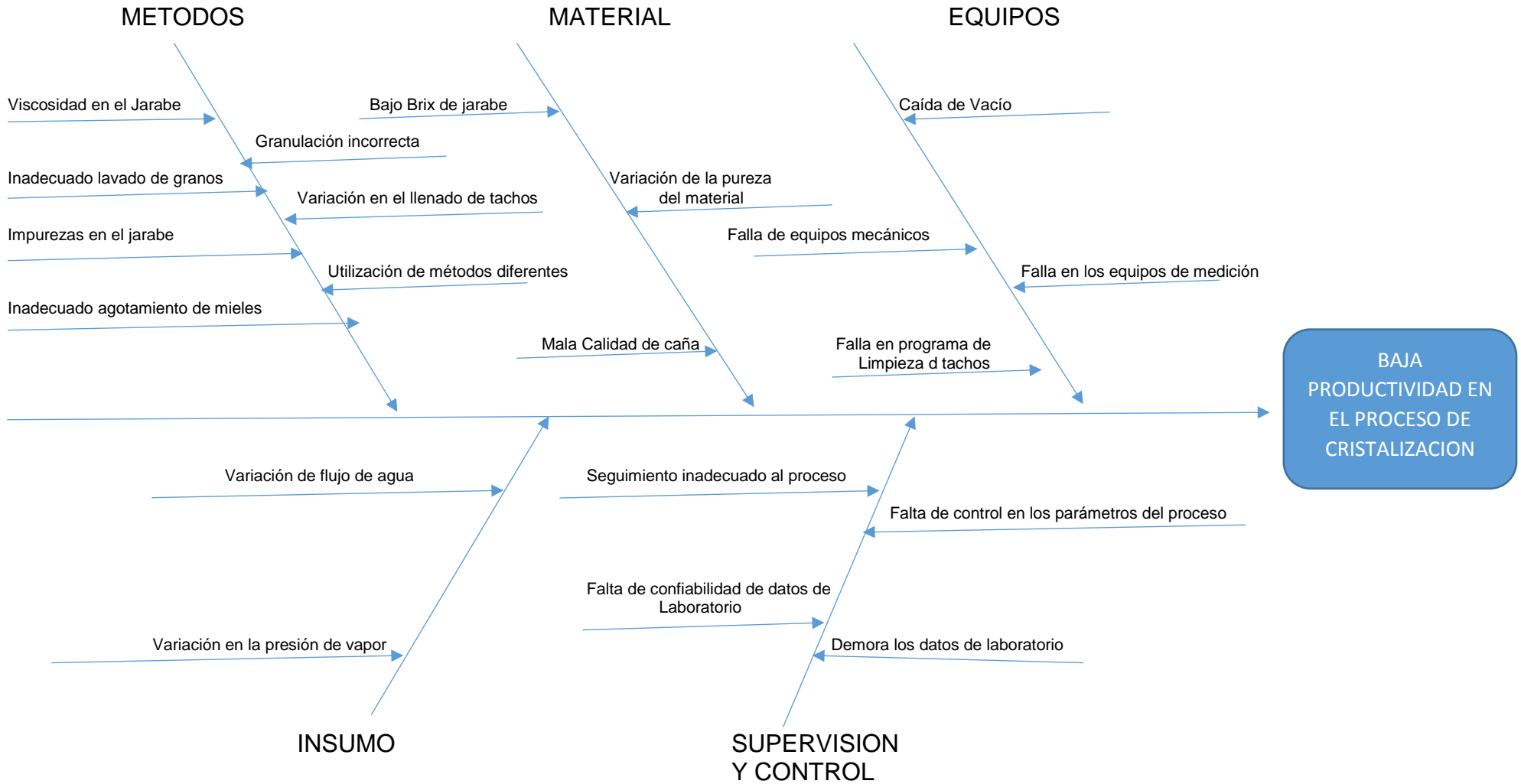


Figura 4 Diagrama Causa - Efecto

CAUSAS		PUNTAJE
P1	Granulación incorrecta.	3
P2	Inadecuado lavado de los granos.	3
P3	Viscosidad en el Jarabe	2
P4	Impurezas en el Jarabe	2
P5	Variación en el llenado de tachos	1
P6	Inadecuado agotamiento de la miel	1
P7	Utilización de métodos de trabajo diferentes	1
P8	Seguimiento inadecuado del proceso	3
P9	Falta de control en los parámetros del proceso	2
P10	Falta confiabilidad de datos de laboratorio	3
P11	Demora los datos de laboratorio	2
P12	Variación de la pureza del material (mieles, magma).	4
P13	Grados Brix de jarabe bajo.	2
P14	Calidad de caña	1
P15	Caída de vacío	1
P16	Falla de equipos mecánicos: bombas y otros	1
P17	Falla en lo equipos de medición	1
P18	Falta programa de limpieza de tachos	1
P19	Variación en la presión de vapor	2
P20	Flujo variable de agua	1

**Tabla 3 Causas de la baja productividad en el proceso de cristalización**

**Fuente:** Elaboración propia

Obteniendo los datos siguientes se identifica a través del Diagrama de Pareto cuales son las causas principales con el fin de eliminarlas para la resolución de las mismas.



ITEM	CAUSAS	FRECUENCIA	F.ACUMULADA %
P12	Variación de la pureza del material (mieles, magma).	4	10.81%
P1	Granulación incorrecta.	3	18.92%
P2	Inadecuado lavado de los granos.	3	27.03%
P8	Seguimiento inadecuado del proceso	3	35.14%
P10	Falta confiabilidad de datos de laboratorio	3	43.24%
P3	Viscosidad en el Jarabe	2	48.65%
P4	Impurezas en el Jarabe	2	54.05%
P9	Falta de control en los parámetros del proceso	2	59.46%
P11	Demora los datos de laboratorio	2	64.86%
P13	Grados Brix de jarabe bajo.	2	70.27%
P19	Variación en la presión de vapor	2	75.68%
P5	Variación en el llenado de tacho	1	78.38%
P6	Inadecuado agotamiento de la mieles	1	81.08%
P7	Utilización de métodos de trabajo diferentes	1	83.78%
P14	Calidad de caña	1	86.49%
P15	Caída de vacío	1	89.19%
P16	Falla de equipos mecánicos: bombas y otros	1	91.89%
P17	Falla en lo equipos de medición	1	94.59%
P18	Falta programa de limpieza de tachos	1	97.30%
P20	Flujo variable de agua	1	100.00%

**Tabla 4 Análisis de las causas de la baja productividad en el proceso de cristalización**

**Fuente:** Elaboración Propia

Determinado los siguientes resultados por medio del análisis de Pareto se identificó que las causas que originan la deficiencia en el proceso de cristalización son las 12 primeras causas en un total de 20, que representan un 78.38% acumulado.

## DIAGRAMA DE PARETO

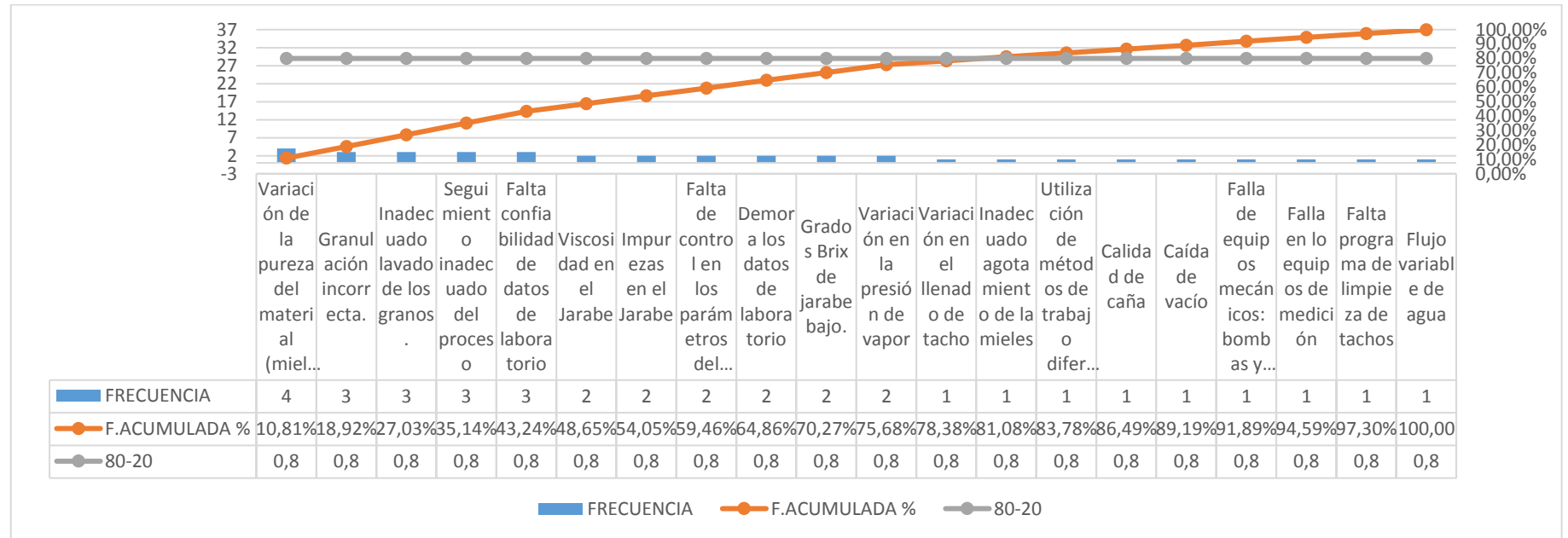


Figura 5 Diagrama de Pareto – Elaboración Propia

Se analiza en el Diagrama de Pareto las causas que ocasionan la deficiencia en el proceso de cristalización; por esta razón se requiere realizar un plan de acción antes los siguientes ítems: Variación de la pureza del material (mieles, magma); Granulación incorrecta; Inadecuado lavado de los granos, Seguimiento inadecuado del proceso, Falta confiabilidad de datos de laboratorio. Finalmente, la realización de este proyecto es una herramienta importante para identificar las causas y así proponer un plan de acción

## 1.2 Trabajos previos

### 1.2.1 Antecedentes internacionales

Según (Wehrhahne, 2009):

La tesis “Evaluación de Parámetros de Calidad en la Molinera de Avenas en Argentina” plantea la evaluación de parámetros de calidad proponiendo índices estándares de calidad a los granos de avena dada la ausencia de investigaciones que analicen en forma conjunta dichos parámetros para cultivares de avena difundidos en Argentina.

Según (Ibarra, 2012):

La tesis “Estandarización de Puntos de Control de Calidad en la Línea de Producción de Chocolate” plantea establecer una propuesta de estandarización de puntos de control de calidad en las líneas de Producción de Chocolates, definiendo parámetros a evaluar en cada punto crítico de control según los resultados arrojados por el análisis de datos recolectados en la línea de producción.

Según (Benhammou, 2016):

La tesis “Parámetros de Calidad de las Aguas de Consumo Humano en los Reinos de España y Marruecos” plantea la evaluación sensorial de los alimentos es importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos, sabiendo que la percepción sensorial del consumidor está relacionada con la aceptación del alimento, desarrollar un método analítico de cromatografía iónica para la determinación y cuantificación de cationes y aniones en muestras de agua mineral natural envasada, analizar el contenido de cationes y aniones en aguas minerales procedentes de Marruecos con distintos grados de mineralización, realizar la evaluación sensorial de las aguas objeto de estudio mediante un panel analítico.

Según (Hernandez, 2012):

La tesis “Análisis, Evaluación y Propuesta de Mejora en el Proceso de Manipulación de Azúcar en Planta de Preparación de Semielaborado Postobon S.A.” plantea disminuir y controlar la pérdida de materia prima por medio de herramientas que estandaricen el procedimiento de preparación de jarabe simple y las cantidades necesarias para su elaboración, identificando las causas que

afectan la pérdida de azúcar y la generación de faltantes de esta materia prima en la elaboración de Jarabe simple, con el fin de reducir los gastos innecesarios, establecer los parámetros de control que sirvan para formular la cantidad exacta de azúcar que debe llevar el jarabe simple, con el fin de atacar y eliminar las causas que generan su pérdida en el proceso.

Según (Fuentes, 2006):

La tesis “Optimización del Proceso de Azúcar Blanca para Mejorar la Calidad, en el Ingenio Santa Teresa S.A” plantea la optimización del proceso de fabricación de azúcar blanca para mejorar la calidad en el ingenio Santa Teresa, a la vez se realizó un análisis de la situación actual del área de fábrica, para formarse una idea de los puntos críticos existentes y poder diagnosticar correctamente.

La calidad de un producto depende de varios factores que involucran al personal. El compromiso que ha de asumirse para garantizar un producto que satisfaga las exigencias de los clientes requiere del compromiso de todo el personal.

La finalidad del informe final de E.P.S. es contribuir a mejorar la calidad del producto final obtenido durante el proceso de producción esto a través de controles de calidad antes de la llegada de la materia prima a producción, material en proceso y producto final almacenado en bodega.

El control de calidad durante el proceso, contribuye a la obtención de producto de mejor calidad, reducir costos por unidad producida, mejorar la competitividad de la empresa, satisfacción del consumidor final y mayor compromiso de parte del personal para ser líderes en la elaboración de azúcar.

### 1.2.2 Antecedentes Nacionales

Según (Reto, 2015)

La Tesis “Diseño de un Sistema de Gestión de Procesos en la Empresa Pesquera Proanco SRL” plantea diseñar un sistema de gestión de procesos, a fin de mejorar el proceso de producción y la calidad en los procesos de la empresa pesquera. Durante todo el flujo de producción se generó situaciones de controversia el entre los departamentos de Producción y Calidad creándose dilataciones cronológicas innecesarias dentro del proceso, además dependiendo de quién reunía argumentos que parecieron bien sustentados se produjo o un incremento en el rendimiento o una mejora en la calidad.

La investigación que se realizó en la empresa procesadora de hidrobiológicos congelados PROANCO SRL periodo 2011-2012. El Diseño de la investigación es no experimental porque es un estudio descriptivo. El enfoque que se utilizó fue cualitativo. No se utilizó un análisis estadístico ya que se trató de conocer los hechos, estructuras, procesos y personas en su totalidad y no a través de la medición de alguno de sus elementos.

Dentro de los principales resultados obtenidos se concluyó que el nuevo sistema de gestión permitió estandarizar los procesos, establecer pautas para el manejo de herramientas de calidad, a fin de lograr mejorar la eficiencia de los procesos de la empresa PROANCO SRL. Para el logro de mejores resultados, sea el elevar los volúmenes de producción y cumplir con los estándares de calidad establecidos por los clientes; todos los integrantes del nuevo sistema de Gestión de calidad deben trabajar bajo la dualidad de funciones y plasmar en cada decisión del nuevo paradigma.

Según (Costa y Denegri, 2015)

La tesis “Evaluación de la Gestión de la Calidad y Propuesta de Mejora para la Línea de Harina de Pescado de la Empresa Corporación Nutrimar S.A.C.” plantea elaborar un diagnóstico de la gestión de la calidad y una propuesta de mejora de la calidad de acuerdo con las exigencias de la NTP ISO 9001:2009 en la empresa Corporación Nutrimar S.A.C.

Respecto a la metodología de la investigación para el desarrollo del trabajo se utilizó la siguiente: Entrevista con la gerencia de la Corporación Nutrimar S.A.C. Luego se realizó visita a la planta donde se llevó a cabo el reconocimiento de la planta y de los procesos productivos para saber qué recursos se requerían y qué actividades se iban a desarrollar. Por último se hizo la Recopilación de datos.

De la aplicación de la lista de verificación de la norma NTP ISO 9001: 2009, la empresa corporación Nutrimar S.A.C. alcanzó un puntaje de 83.75 de un total de 162 alcanzando el nivel de “Cumple con los requisitos con sistemas y rendimientos de forma deficiente” por lo cual la empresa requiere hacer acciones correctivas inmediatas en su sistema de gestión.

En el Análisis de Puntos de Control de Defectos se obtuvo 6 PCDs, que se encuentran ubicados en las siguientes etapas del proceso: almacenamiento de materia prima, cocinado, secado, molienda y enfriado, pesado y envasado y almacenamiento producto terminado, las cuales deben tener un mayor control y vigilancia para que el producto sea de calidad.

Según (Frías y Montilla, 2016)

La tesis “Evaluación de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en el Sector Puerto de Productores Río Itaya, Loreto 2015” plantea establecer las variaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector del Puerto de Productores y sus comparaciones con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. También propone elaborar una propuesta para minimizar el nivel de contaminación en el sector Puerto de Productores Río Itaya-Loreto.

Según (Farje, 2008)

La tesis “Sistema de Control de Procesos para el Aseguramiento de la Calidad en la Producción de Harina de Pescado” plantea analizar, diseñar, desarrollar e implementar, en una Planta Procesadora de Harina y Aceite de Pescado, un sistema informático que sirva de apoyo al control del proceso durante la producción y de servicio para el aseguramiento de la calidad del producto final, además de ayudar en la Gestión del Control de la Producción, a las áreas de Producción, Aseguramiento de la Calidad y Laboratorio y que sea fuente principal para la trazabilidad de la materia prima y del producto final al terminar el proceso.

### 1.3 Teorías Relacionadas al Tema

#### 1.3.1 Análisis de Capacidad de Proceso

Una vez comprobado el estado bajo control del proceso es útil comparar los límites de especificación actuales (límites de norma interna e ICONTEC) con los límites de control obtenidos, adquiriendo así información sobre la capacidad o robustez del proceso. Una de las herramientas gráficas para evaluar la capacidad es el histograma, este permite observar si hay corrimientos de la dimensión nominal y da una impresión general del cumplimiento de la

especificación. Otra manera de expresar la capacidad del proceso es en términos de un índice, el cual se define de la manera siguiente:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{USL - LSL}$$

Donde:

LSE= Límite superior de especificación

LIE = Límite inferior de especificación.

USL = Límite superior de control

LCL = Límite inferior de control.

En el caso de tener límites de control 3s (capacidad básica de proceso) la expresión para el cálculo de la capacidad de proceso es:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6s}$$

La definición de Cp dada por las expresiones supone de manera implícita que el proceso está centrado en la dimensión nominal. Si el proceso presenta corrimientos de este valor su capacidad real será menor que la indicada por el Cp. Es conveniente considerar el Cp como una medida de la capacidad potencial, por cual se debe emplear una medida de capacidad real denominada Cpk. A continuación se define este coeficiente:

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{LIE - m}{3s}, \frac{m - LSE}{3s} \right]$$

Donde

El Cpk es un cociente de capacidad unilateral del proceso que se calcula a la media con respecto al límite de la especificación que presente más inconvenientes en ser cumplido. Una vez calculado el índice de capacidad de proceso para cada variable se compara con los valores que se presentan a continuación, incluyendo además las medidas de control a seguir según el caso.

Cp < 1 Medidas inmediatas de mantenimiento correctivo

$C_p = 1$  Medidas inmediatas de mantenimiento y control

$1 < C_p < 1.33$  El proceso debe ser monitoreado rigurosamente

$C_p > 1.33$  El proceso es capaz de cumplir las especificaciones, se recomienda mantenimiento preventivo espaciado en el tiempo.

$C_{pk} < 1$  El proceso no es capaz de cumplir las especificaciones.

$C_{pk} > 1$  El proceso cumple las especificaciones

### 1.3.2 Presión manométrica

Según Creus (1993) normalmente las presiones superiores a la atmosférica, que se mide por medio de un elemento que se define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye; esta diferencia generalmente es pequeña mientras que en las mediciones de presiones superiores, dicha diferencia es insignificante, es evidente que el valor absoluto de la presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

El concepto de presión manométrica fue desarrollado porque casi todos los manómetros marcan cero cuando están abiertos a la atmósfera. Cuando se les conecta al recinto cuya presión se desea medir, miden el exceso de presión respecto a la presión atmosférica. Si la presión en dicho recinto es inferior a la atmosférica, señalan cero.

Un vacío perfecto correspondería a la presión absoluta cero. Todos los valores de la presión absoluta son positivos, porque un valor negativo indicaría una tensión de tracción, fenómeno que se considera imposible en cualquier fluido.

La presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

Presión Absoluta = Presión Manométrica + Presión Atmosférica



### 1.3.3 Diagrama Ishikawa (Diagrama Causa - Efecto)

Según Ozeki (1992): Estos diagramas agrupan las causas de los problemas generalmente en cinco aspectos: materiales, maquinaria y equipos, métodos de operación, mano de obra y medio ambiente. Sin embargo, no se deben delimitar a estos, se podría descomponer los problemas en cualquier clasificación que sea relevante para el análisis. El diagrama de causa-efecto se puede desarrollar de acuerdo a los siguientes pasos:

- Primero definir el tema principal que se va a abarcar
- Escribir las características de los efectos que causan el problema. En lo posible tratar de ser lo más específico posible.
- Determinar las características que afectan al problema principal y definir las categorías que se van a abordar en recuadros.
- Dibujar flechas dirigidas hacia cada categoría determinada. Cada una de estas flechas representa las causas del problema que se está evaluando.

Según Bonilla (2010): Se puede utilizar la técnica de “lluvia de ideas” para poder profundizar en el detalle de las causas, ya que es una metodología sencilla de aplicar y ampliamente práctica.

Una vez elaborado el diagrama, se recomienda realizar una revisión para asegurarse que no se haya omitido algún factor. De ser este el caso, se debe incluir en el análisis.

En el Grafico 6 se muestra una representación del diagrama causa – efecto.

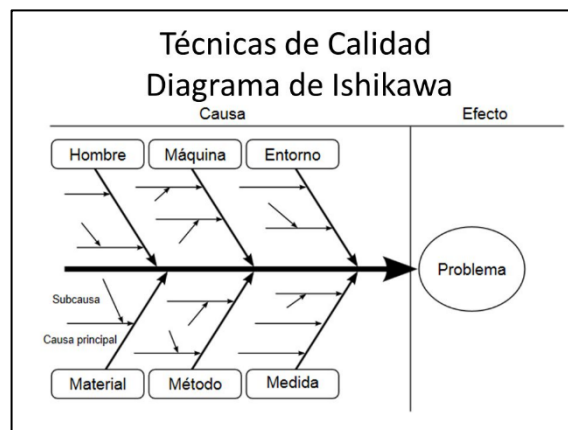
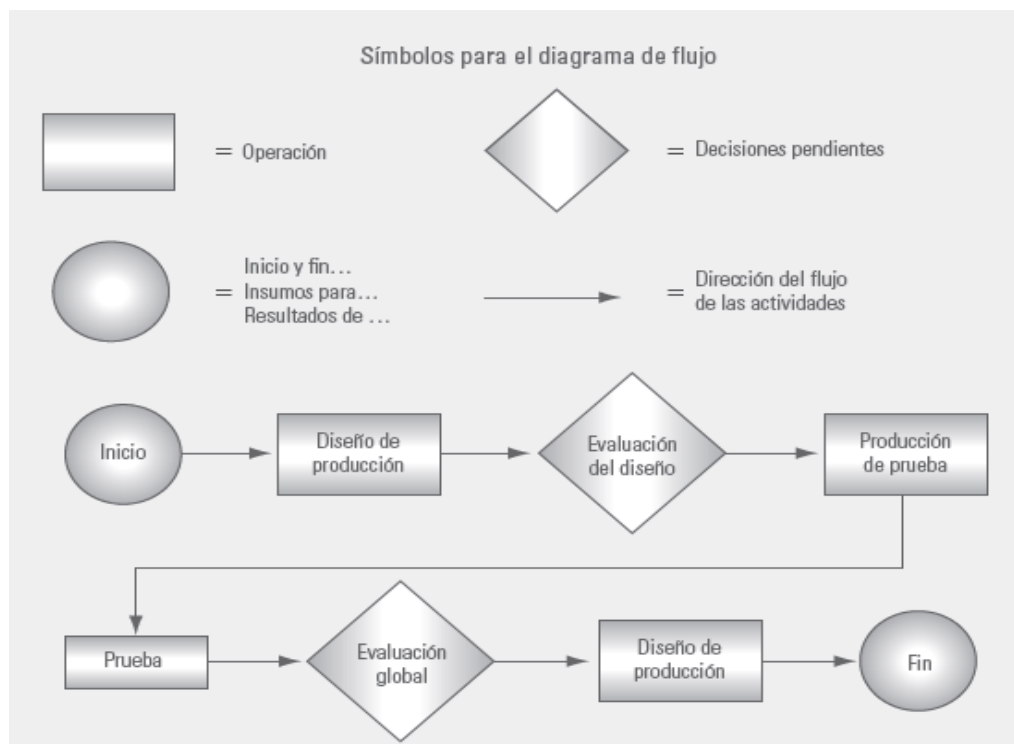


Figura 6 Diagrama Causa – Efecto.

### 1.3.4 Diagrama de Flujo

En el diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica en la cual se encuentra la secuencia de los pasos o actividades de un proceso productivo, incluyendo también las actividades como: transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso. A través de este diagrama se ve en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; es de especial utilidad para analizar y mejorar el proceso. EL grafico 7 muestra un ejemplo sencillo de un diagrama de flujo del proceso de diseño de un producto. Ahí también se indican los símbolos más usados para su construcción: con un rectángulo se identifica un paso o tarea del proceso, mientras que con un rombo se identifican los puntos de verificación o de decisión (la respuesta a la pregunta determina el camino que debe tomarse). Se pueden consultar otros símbolos en los programas Word y Power Point, en la pestaña “Insertar-Formas”.



**Figura 7 Diagrama de Flujo**

### 1.3.5 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes.

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla.

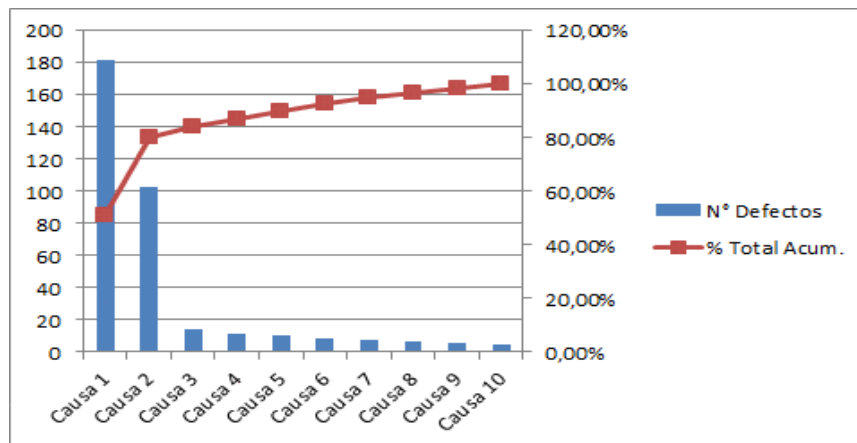


Figura 8 Diagrama de Pareto

### 1.3.6 Histogramas

Según Heizer y Render (2009) los histogramas muestran el intervalo de valores de una medida y la frecuencia con que ocurre cada valor. Muestran las lecturas que ocurren con mayor frecuencia, así como las variaciones en las medidas. Es

posible calcular estadísticas descriptivas, como las desviaciones promedio y estándar, para describir una distribución. Sin embargo, los datos siempre deben graficarse de manera que se pueda “ver” la forma de la distribución. La presentación visual de la distribución también proporciona ideas sobre la causa de la variación.

### 1.3.7 Temperatura

Según Aylén (2012): La temperatura es difícil de definir, ya que no es una variable tangible como lo es la presión. La física térmica es la disciplina que estudia la temperatura, la transferencia y transformación de la energía. La temperatura es un estado relativo del ambiente, de un fluido o de un material referido a un valor patrón definido por el hombre, un valor comparativo de uno de los estados de la materia.

Por costumbre utilizamos indistintamente el término calor o temperatura para comunicar sensaciones de calor o de frío que percibimos mediante nuestros sentidos de contacto. Sin embargo, el calor y la temperatura son distintos, ya que cada uno representa conceptos diferentes y tienen sus propias unidades de medición.

#### 1.3.7.1 Unidades de Temperatura

Las unidades de medida de la temperatura pueden ser absolutas y relativas. Para la graduación de las escalas de temperatura se utilizan como puntos de referencia los puntos de congelación y de evaporación del agua.

En el Sistema Métrico Decimal, la unidad de medida de temperatura es el grado centígrado ( $^{\circ}\text{C}$ ), al punto de congelación le corresponde el  $0^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$  para el punto de evaporación del agua.

En el Sistema Métrico Decimal, la unidad de medida de temperatura es el grado centígrado ( $^{\circ}\text{C}$ ), al punto de congelación le corresponde el  $0^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$  para el punto de evaporación del agua.

En el Sistema Inglés, la unidad de medida de temperatura es el grado Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), al punto de congelación del agua le corresponde la graduación  $32^{\circ}\text{F}$  y  $212^{\circ}\text{F}$  para el punto de ebullición.

La escala Absoluta en este sistema tiene como unidad de medida de la temperatura el grado Rankine ( $^{\circ}R$ ), su cero absoluto se encuentra  $460^{\circ}R$ , por debajo del punto de congelación del agua.

A continuación se muestra la relación entre las escalas de temperatura y sus equivalencias.

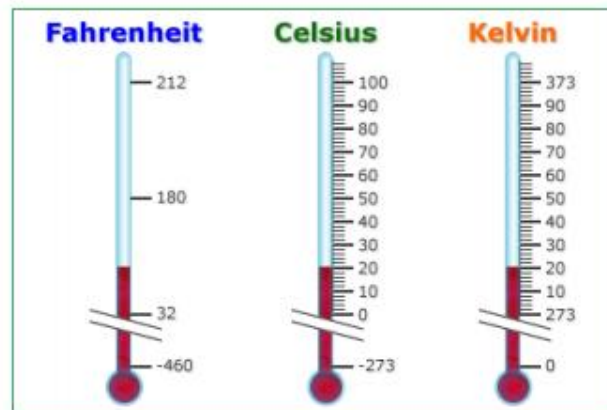


Figura 9 Comparación de las tres diferentes escalas de temperatura

### 1.3.7.2 Termocuplas}

Una termocupla básicamente es un transductor de temperaturas, es decir un dispositivo que convierte una magnitud física en una señal eléctrica. Está constituida por dos alambres metálicos diferentes que unidos desarrollan una diferencia de potencial eléctrica entre sus extremos libres, que es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre estas puntas y la unión. Se suelen fabricar con metales puros o aleaciones (caso más común) y la característica más notable es que son empleadas para medir temperaturas en un rango noblemente grande comparadas con otros termómetros. Valores típicos del rango están entre  $70^{\circ}K$  y  $1700^{\circ}K$ , pudiéndose llegar en algunas circunstancias con aleaciones especiales hasta los  $2000^{\circ}K$ .



Figura 10 - Termocuplas

### 1.3.8 Calor

El calor es la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. Este flujo siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico. El calor se puede medir en joules (julios, J) que es la unidad de energía en el Sistema Internacional, o en calorías (cal).

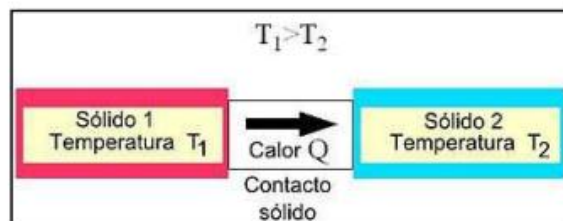


Figura 11 - Medición de Calor

### 1.3.9 Vapor

El vapor es el estado en el que se encuentra un gas, cuando las moléculas que forman la materia, no reaccionan entre sí formando enlaces moleculares, sino que tienden a repelerse mutuamente, adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a separarse, proceso de expansión, cuando se encuentra por debajo de su temperatura crítica.

El vapor es la llamada fase gaseosa, encerrada, por la línea vertical que representa la Temperatura crítica y las curvas azul (curva de vaporización) y roja

curva de sublimación, que representan los modos en que una materia líquida o sólida se convierte en vapor. El vapor sobrecalentado es el gas que se encuentra por encima de su temperatura crítica pero por debajo de su presión crítica.

El vapor suele referirse al vapor de agua, gas que se produce por ebullición cuando el agua se calienta a 100 °C y una atmósfera de presión, o fuera de esa temperatura de cambio de estado, cuando el agua se encuentra, a cualquier temperatura por debajo de la crítica, a una presión por debajo de su presión de vapor a esa temperatura (ese es el fenómeno de la evaporación).

No se puede confundir el concepto de vapor con el concepto de gas, aunque se suele utilizar ambos indistintamente. El término vapor se refiere estrictamente a aquel gas que se puede condensar por presurización a temperatura constante o por enfriamiento a presión constante.

### 1.3.10 Productividad

Según (Gutiérrez Pulido, 2010): La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{PRODUCCION}{INSUMOS} = \frac{RESULTADOS LOGRADOS}{RECURSOS UTILIZADOS} \dots\dots\dots(15)$$

Indicadores más importantes de la productividad

### 1.3.11 Eficiencia

Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente.

El índice de eficiencia expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido, por otro lado se puede afirmar que la eficiencia es hacer bien las cosas. (GARCÍA, 2011, p. 17)

La eficiencia mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (“hacer bien las cosas”). En términos numéricos, es la razón entre la producción real obtenida y la producción real esperada. (CRUELLES, 2012, p. 10). A continuación se establece con la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ utilizados}{Insumos\ programados} \dots\dots\dots(16)$$

### 1.3.12 Eficacia

Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas.

El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados. (GARCÍA, 2011, p. 17)

Por otro lado, la eficacia es el grado en que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas (“hacer las cosas correctas”). (CRUELLES 2012 p. 11).

A continuación se establece con la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{Produccion\ programada}{produccion\ lograda} \dots\dots\dots(17)$$

### 1.3.13 Mejora Continua

La administración de la calidad total requiere un proceso infinito de mejora continua que comprende personas, equipo, proveedores, materiales y procedimientos. La base de esta filosofía es que cada aspecto de una operación puede ser mejorado. La meta final es la perfección, la cual nunca se alcanza pero siempre se busca. (Heiser y Render, 2009)

Planear-Hacer-Revisar-Actuar Walter Shewhart, otro pionero en administración de la calidad, desarrolló un modelo circular denominado PDCA (Plan, Do, Check, Act; planear, hacer, revisar, actuar) como su versión de la mejora continua. Después, Deming llevó su concepto a Japón durante su trabajo ahí después de la Segunda Guerra Mundial. El ciclo PDCA se muestra como un círculo para destacar la naturaleza continua del proceso de mejora.



Los japoneses usan la palabra kaizen para describir este proceso continuo de mejora sin fin el establecimiento y logro de metas cada vez más altas. En Estados Unidos, TQM y cero defectos también se emplean para describir los esfuerzos continuos por mejorar. Pero ya sea con PDCA, kaizen, TQM, o cero defectos, el administrador de operaciones es un factor clave al construir una cultura de trabajo que exalta la mejora continua.

#### 1.3.14 Definición de términos básicos

##### Eficiencia

Hacer las cosas correctas de la mejor manera, dado que lo que se quiere es que los recursos sean aplicados de la forma más racional posible.

##### Eficacia

Hacer lo que se tiene que hacer para alcanzar los objetivos planteados y obtener resultados.

Lo ideal es que una empresa sea eficaz y eficiente de igual manera, pero no siempre se consigue eso, dado que suelen darse conflictos para los cuales se deberá dar mayor prioridad a la eficacia, dado que las organizaciones efectivas son las que mejor se ajustan a las situaciones tecnológicas y ambientales, claves de éxito en el mercado, haciendo ello reducen costos, es decir podrán lograr la eficiencia (p. 22).

##### Herramientas

Cuestionarios, manuales, guías u otro material de apoyo de probada eficacia para la resolución práctica de un determinado problema o situación.

##### Metodología

Hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica.

##### Proceso

Son secuencias de pasos que tiene un principio y un final, cual objetivo es obtener resultados.

##### Producción

Es el proceso por medio del cual se crean los bienes o servicios, realizada por la actividad humana de trabajo.

#### Productividad

Se expresa por el cociente resultante entre la producción obtenida y el coste que hayan producido los factores que en ella han intervenido.

#### Calidad, Productividad y Servicio

La organización empresarial debe conducir su posicionamiento, realizando la percepción con la calidad del servicio que se le da a sus clientes, participando conjuntamente con ellos en la búsqueda de mutuo beneficio para este propósito, un factor que no debe faltar es que la organización prestadora del servicio se desempeñe permanentemente en una corriente de descripciones de productividad, que capaz de asegurar estándares de calidad, que le permita situarlo en una ventaja competitiva en la toma de decisiones y acuerdos de contratación de prestación de servicios a sus clientes.

### 1.4 Formulación del problema

#### 1.4.1 Problema General

¿De qué manera la mejora de los parámetros de control incrementará la productividad en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?

#### 1.4.2 Problema Específico

1. ¿De qué manera la mejora de los parámetros de control incrementará la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?
2. ¿De qué manera la mejora de parámetros de control incrementará la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?

## 1.5 Justificación del estudio

### Justificación Social

El contenido de esta investigación se propone utilizar mecanismos formando un interés en la empresa que por el momento no ha considerado como es el empleo de un mejor control en los parámetros de presión y temperatura los que son claves en el proceso de cristalización en el proceso de la fabricación del azúcar. Esto les permitirá incrementar sus ingresos y poder beneficiar a los colaboradores así como a las familias de los mismos.

Por esta razón se me permite realizar la mejora en beneficio de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. de manera que el personal técnico esté capacitado adecuadamente para cumplir con el proceso de producción, presentado así, una mejor eficiencia en el proceso de cristalización.

### Justificación Metodológica

El presente proyecto de investigación se fundamenta en la utilización de la presión y temperatura para cuantificar la mejora de la productividad de la producción en el proceso de cristalización en la producción de azúcar en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A; desde luego que la investigación del problema tiene una justificación metodológica, en plantear que existe un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válidos y confiables.

### Justificación Económica

El presente trabajo de investigación es factible su realización, pues su implementación, ejecución y monitoreo; está dentro de los costos directos de la empresa, además que, en la época en que nos encontramos, donde el conocimiento y la información, puede contribuir a mejorar los ingresos económicos de la empresa,

## 1.6 Objetivos

### Objetivo General

Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la productividad en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

## Objetivos Específicos

- 1) Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.
- 2) Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

## 1.7 Hipótesis

### H1: Hipótesis General

La mejora de parámetros de control contribuye a incrementar la productividad en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

### Hipótesis Específicas:

La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

## II. MÉTODOLOGÍA

## 2.1 Diseño de Investigación

### Tipo de Investigación

Por otro lado, según, Valderrama, Santiago (2015, p. 164), “la investigación aplicada, es también llamada activa, dinámica, o empírica, está ligada a la investigación básica, dado que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para la solución de problemas y la generación de bienestar a la sociedad”.

La aplicación que se dará en la presente investigación será aplicada, ya que se tomará la teoría existente para solucionar los problemas prácticos dentro de la empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

### Diseño de Investigación

La presente investigación es diseño experimental porque utiliza el experimento; para Kerlinger “el experimento es una investigación científica en la cual un investigador manipula o controla una o más variables independientes y observa la variable o variables dependientes en busca de una variación concomitante con la manipulación de las variables independientes” (Kerlinger, 1988:333).

El tipo de diseño experimental teniendo en cuenta el grado de su perfección experimental se clasifica en Pre-experimental y dentro de este grado de diseño se adecua al diseño de pre-test y post-test con un solo grupo porque es importante para comparar las mediciones que necesita la investigación en mención

El diseño de investigación que se llevará a cabo en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. será de diseño cuasi experimental porque con la utilización de las herramientas de la calidad se hará una medición antes y después.

### Nivel de Investigación

La investigación será de nivel longitudinal y el propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores, pero siempre la recolección de datos se realiza en dos momentos, antes de aplicar la mejora y después de aplicar la mejora. (Hernández Sampieri, 2014, p.155).

Su diagrama viene a ser:

G:  $O_1 \dots\dots\dots X \dots\dots\dots O_2$

## 2.2 Identificación de Variables, Operacionalización

(Hernández, 2014) Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

### 2.2.1 Variable Independiente: Parámetros de control

Parámetros puede ser definido como una unidad de medida que sirve como modelo, guía o patrón con base en la cual se efectúa el control. Estos representan el estado de ejecución deseado, de hecho, no son más que los objetivos definidos de la organización. (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009)

La presión y la temperatura son los parámetros fundamentales que determinan la eficiencia de los procesos de cristalización en la manufactura del azúcar. Su control es fundamental para incrementar la calidad del azúcar producido.

### 2.2.2 Variable Dependiente: Productividad

Según FLORES, María nos dice que: “La mejora de la producción se encarga de optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente.” (2010)

### 2.2.3 Operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: <b>MEJORA PARAMETROS DE CONTROL</b>	Parámetros puede ser definido como una unidad de medida que sirve como modelo, guía o patrón con base en la cual se efectúa el control. Estos representan el estado de ejecución deseado, de hecho, no son más que los objetivos definidos de la organización. (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009)	Son parámetros utilizados para regular la presión y temperatura en el proceso de cristalización en el proceso de producción de azúcar.	PRESION	$- P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	KLG/CM <sup>2</sup>
			TEMPERATURA	$- T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$	GRADOS CELSIOS
VARIABLE DEPENDIENTE: <b>PRODUCTIVIDAD</b>	La mejora de la producción se encarga de optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente. FLORES, María (2010)	La producción es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos, y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia.	EFICIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Eficiencia</li> </ul> $E = \frac{\text{produccion lograda}}{\text{recursos utilizados}}$	RAZON
			EFICACIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Eficacia</li> </ul> $E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{produccion programada}}$	RAZON

Tabla 5 Matriz de Operacionalización



## 2.3 Población y Muestra

### Población

Puede ser el conjunto de seres, cosas u objetos, que tienen características que se puede observar, describir o criticar las cosas u objetos tienen algo en común por ello se puede hablar de empresas, volantes, familias, instituciones, beneficios de un programa, automóviles. Etc. De esta misma manera se puede ver qué elementos pueden conformarlo también saber el lugar el tiempo en que se realizará la investigación. (Valderrama, 2014, p. 182)

Según, Fuentelsaz, (2006, p.55) “Es el conjunto de individuos que tienen ciertas características o propiedades que son las que se desean estudiar. Cuando se conoce el número de individuos que la componen, se habla de población finita y cuando no se conoce su número, se habla de población infinita. Esta diferenciación es importante cuando se estudia una parte y no toda la población.”

La población de la presente investigación está determinada por la producción de jarabe que entra al proceso de cristalización y será analizada en un periodo de 15 días

### Muestra

“La muestra no probabilística o dirigida es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación.” (Hernández, 2014, p.241).

Para esta investigación la muestra será igual a la población. Ya que necesitaremos analizar el proceso de cristalización, es decir se trabajará con el 100% en relación al universo poblacional

## 2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

### Técnica de Recolección de Datos

Observación: Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

“Registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiesta. Se recolecta información sobre la conducta más que de percepciones.” (Hernández, 2014, p. 347)

“En la observación cuantitativa, a diferencia de la cualitativa, las variables a observar son especificadas y definidas antes de comenzar la recolección de los datos. Se enfoca en información que pueda ser evaluada por medio de los sentidos (datos visuales, auditivos, producto del tacto y el olfato). Asimismo, los observadores registran lo que perciben siguiendo reglas que se aplican invariablemente y deben minimizar su efecto sobre los registros e interacciones con los observados” (Anastas, 2005, p. 290).

De tal manera la técnica que se utiliza en esta investigación es la observación con la cual se van a recoger los datos de la muestra.

### Instrumento de Recolección de Datos

“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que le investigador tiene en mente.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200).

Para Fariñas, Gómez, Ramos, y Rivero (2010) Un instrumento es un recurso con el cual el investigador puede extraer y obtener información es decir la recolección de datos, de modo que el instrumento resume y define la investigación previa que se realizó con referencia a los indicadores con la cual se está trabajando y en consecuencia a las variables para luego analizar dichos datos (p. 149-150).

Para nuestro caso haremos uso de Ficha de Recolección de datos la cual corresponde a un formato donde se registrará el control del proceso de la etapa referida al material que ingresa a la zona de cristalización de azúcar. (Anexo 3°) Este será el instrumento donde se registrara los datos obtenidos mediante la observación para luego ser colocado en los reportes de producción.

## Validez y Confiabilidad

“Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.”(Hernández, 2014, pp. 200-201).

La validez de dicho instrumento será por medio del juicio de expertos, que son documentos como: carta de presentación, definición de cada variable y dimensiones y por último el certificado de validez de contenido del instrumento que se mide, para validar los instrumentos de medición, teniendo en cuenta a tres profesores de la escuela de ingeniería industrial que serán firmados con sus datos de dichos profesores.

EXPERTOS	Pertinencia	Relevancia	Claridad
Trujillo Valdiviezo, Guido	Si	Si	Si
Rodríguez Alegre, Lino	Si	Si	Si
Diaz Dumont, Jorge	Si	Si	Si

Tabla 6 Validez del instrumento de medición

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Métodos de Análisis de Datos

“Pero hoy en día los investigadores ya no lo hacen de la manera descrita, sino que la codificación la efectúan directamente, transfiriendo los valores registrados en los instrumentos aplicados (cuestionarios, escalas de actitudes o equivalentes) a un archivo/matriz de un programa computarizado de análisis estadístico (SPSS®, Minitab o equivalente). O bien, si no se cuenta con el programa, los datos se capturan en un documento de Excel (matriz) y luego se trasladan a un archivo del programa de análisis.”(Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 266).

La Empresa Azucarera Agroindustrial Andahuasi es una empresa que pertenece al rubro alimentario, cuyas actividad principal es la fabricación del azúcar

mediando e cultivo de su principal insumo la “caña de azúcar”, trabaja más de 70 años distribuyendo su principal producto por las distintas provincias del norte del departamento de Lima, Sin embargo e ha observado que en las etapas del proceso productivo para la elaboración del azúcar se está detectando un déficit en el proceso de cristalización afectando los tiempos totales en la correcta elaboración del azúcar.

## 2.6 Aspectos Éticos

La presente investigación, en términos verbales el tesista se compromete a no revelar información de los reportes de producción con el objetivo que estos no sean mal usados.

## 2.7 Desarrollo de la Propuesta

### 2.7.1. Diagnóstico de la Situación Actual (LA SITUACION PROBLEMÁTICA)

Alcances de las actividades de la empresa

La Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. (ANDAHUASI S.A.A), es una empresa agroindustrial que tiene como actividad económica principal dedicada al cultivo de la caña de azúcar, frutales y otros productos agrícolas, la industrialización, distribución, comercialización, importación y exportación de su producción entre ellos azúcar, melaza, bagazo, alcohol, licores y otros derivados; ganadería, avicultura, crianza de animales, distribución, comercialización, importación y exportación de productos agrícolas e insumos relacionados con su actividad agroindustrial. Entre los derivados del azúcar que son materia de comercialización por parte de la empresa tenemos:

- ❖ **La melaza**: Sustancia espesa, dulce y de color oscuro que queda como residuo de la cristalización del azúcar de caña; se emplea como alimento y en la elaboración de ron.
- ❖ **El bagazo**: Es un subproducto resultado de la fabricación de azúcar. Es un combustible natural para producir vapor en las fábricas azucareras.
- ❖ **El Alcohol** en sus diferentes presentaciones.

## Ubicación geográfica

La Empresa Agraria Agroindustrial ANDAHUASI S.A.A, está ubicada en el valle Huaura – Sayán, en la provincia de Huaura, a 190 Km al norte de la ciudad de Lima. Además de la E.A.A. ANDAHUASI S.A.A, la organización cuenta con dos empresas adicionales. Estas son: Empresa industrial ANDAHUASI y Empresa Agrícola ANDAHUASI – MANCO CÁPAC. Geográficamente su ubicación está comprendida entre las coordenadas 10°00 y 12°00 de latitud sur y los 77° y 79°00 de longitud Oeste. Sus límites son: por el Norte: Río Huaura, por el Sur – Este la carretera Huaura – Sayán y a partir de campo “Mecausi” una cadena de cerros, al Este: Río Huaura y el fundo “La Hoyada” y al Oeste: Río Huaura y cadenas de cerros.

## Antecedentes de la empresa

Los antecedentes de las tierras del valle de Huaura - Sayán en el cultivo de la caña de azúcar se remontan aproximadamente a 1813.

El nombre de Andahuasi proviene del vocablo yunga “Amahuasha”, que significa “no ir más allá”, posiblemente porque la ausencia de un puente sobre el río hacía peligroso acercarse a la zona. Los conquistadores arrebataron sus tierras a sus moradores y con el paso del tiempo vinieron nuevos hacendados que las dedicaron al cultivo de caña de azúcar e instalaron la industria conexas para convertirla en azúcar comestible.

Actualmente, Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. y la subsidiaria Andahuasi Manco Cápac S.A., desarrollan actividades de cultivo de caña de azúcar, las mismas que son procesadas por Industrial Andahuasi S.A.A., también subsidiaria. Paralelamente se desarrollan actividades diversas como el cultivo de frutales, actividad pecuaria, elaboración de licores, así como su respectiva comercialización

La empresa tiene 6,000 hectáreas de tierra productiva propia y 3,000 hectáreas adicionales de sus asociados agricultores. El rendimiento de caña de azúcar es de 160 TM por hectárea; el mejor del Perú y uno de los mejores del mundo.

Su planta procesadora es de última tecnología con una capacidad máxima de Molienda de 2000 TCD (Toneladas de Caña por día)

### Organización de la empresa

La Estructura Organizacional de la Empresa Andahuasi gira alrededor de dos actividades fundamentales: el cultivo de la caña de azúcar y la producción de ésta en azúcar comestible; la misma que se aprecia en la Fig. N°1

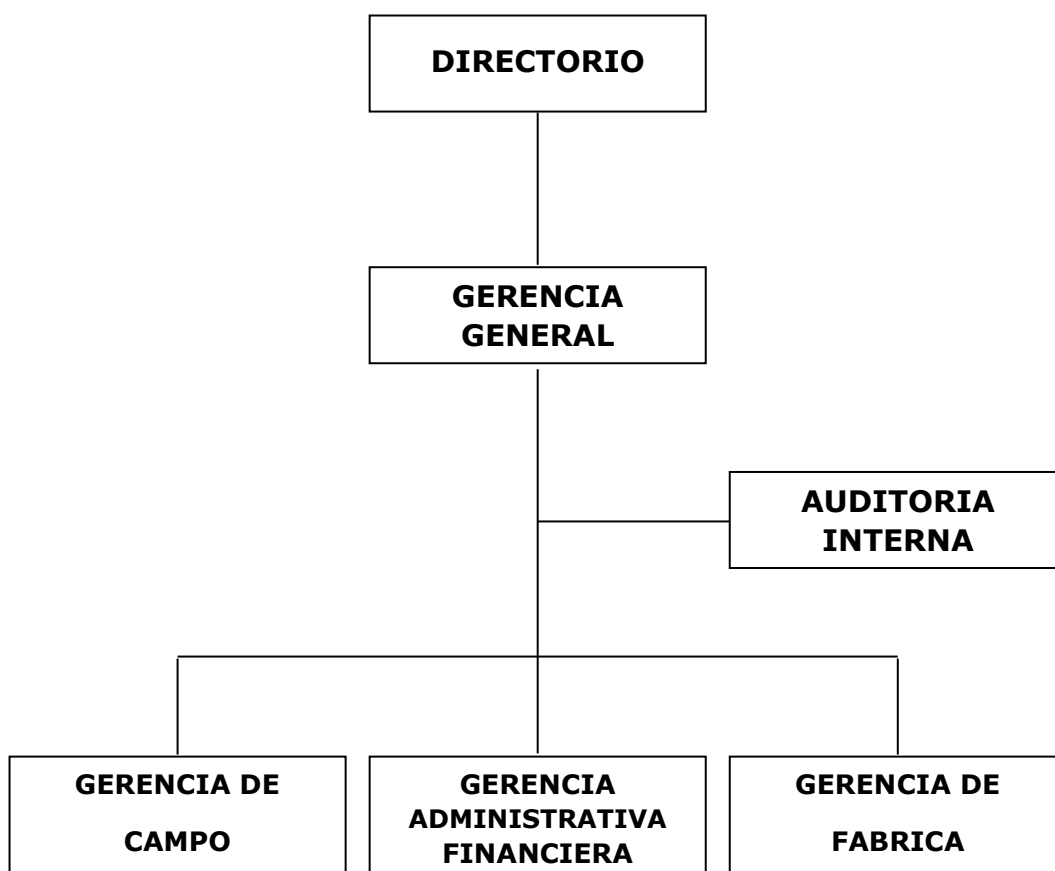


Figura 12 Organigrama de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

Su estructura orgánica es como sigue:

Directorio

La política y la estrategia empresarial de Andahuasi son en primera instancia responsabilidad del Directorio de la empresa, cuyos integrantes son los encargados de orientar y visionar la perspectiva a seguir por todos y cada uno de sus integrantes.

## Gerencia General

Lidera la gestión empresarial, es el primer estamento responsable por las diversas actividades desarrolladas dentro de la organización.

De la Gerencia General se desprenden regularmente de manera directa tres áreas gerenciales: la Gerencia Administrativa Financiera, la Gerencia de Campo y la Gerencia de Fábrica; sin embargo, actualmente existe una cuarta Gerencia, que es la Gerencia de Proyectos.

Esta distribución estratégica es la que permite delimitar y optimizar eficazmente las funciones y actividades realizadas en la empresa, así tenemos:

### Gerencia Administrativa Financiera

Es el área de la organización encargada de administrar eficientemente los recursos financieros de los que se dispone, así como también es la dependencia que jefatura y controla a los departamentos responsables de las actividades logísticas, de comercialización, administración de personal, registros contables, presupuesto y tesorería entre otras. Mención aparte es el trabajo aplicado en la planeación de proyectos de desarrollo comercial, procesos de negocios y administrativos con uso de tecnologías informáticas y otros relacionados a sus actividades.

### Gerencia de Campo

Gerencia responsable de gestionar y dirigir el conjunto de actividades que tienen como objetivo terminal el abastecimiento oportuno al ingenio con materia prima de calidad. Para su correcto desarrollo y control se desprende en los siguientes departamentos: Cosecha, encargado de la optimización en el manejo de la maquinaria y personal en conjunto para la cosecha de caña de azúcar; Servicios Agrícolas, desarrolla entre otras, obras hidráulicas, apertura de caminos, preparación de terrenos, etc.; Servicentro, encargado del mantenimiento del parque de Maquinaria; Se desarrollan también bajo esta gerencia actividades de

experimentación agrícola, asimismo, pecuarias y de cultivos alternos como la paprika. Se subdivide horizontalmente por administraciones: central, anexos, asociados, etc.

#### Gerencia de Fábrica

Área en que se desarrolló la presente práctica y que es la responsable de dirigir el conjunto de actividades que permiten la producción de azúcar y alcohol. Estás actividades están centradas en Molienda y Elaboración. Departamentos que tienen el valioso soporte de las conexas: Generación de Energía, Mantenimiento Eléctrico, Mantenimiento Mecánico, Taller de Maestranza, Oficina de Ingeniería (Diseño), etc. La gestión de esta gerencia se ve reflejada en el alcance de operatividad, mantenimiento general y aprovechamiento de la capacidad instalada, actualmente está muy ligada al trabajo que se desarrolla con el objeto del crecimiento y expansión de su producción y CI, como parte de la visión que tiene en conjunto la organización.

#### Gerencia de Proyectos

Área que es la responsable de dirigir el conjunto de actividades que permite proyectar las necesidades futuras relacionadas con la ampliación de la capacidad instalada de fábrica. Así mismo tiene relación con la búsqueda constante de la innovación tecnológica en equipos y procesos.

También está relacionada en satisfacer las necesidades de consumo de los socios de esta Empresa referida a alimentación y servicios, a través de la implementación de proyectos productivos.

### ASPECTOS ESTRATÉGICOS

#### VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA

##### Visión

“Empresa líder dentro de la industria de la elaboración del azúcar, por su éxito con los clientes, innovación, tecnología y habilidad para competir exitosamente en los mercados internacionales. Destacando por su dedicación a la formación, capacitación y desarrollo de sus empleados, respeto integral al medio ambiente y compromiso con el desarrollo del país



## Misión

La misión de todas las empresas de nuestro grupo es participar en los procesos de desarrollo del país, mediante la generación de empleo y bienestar a través de la promoción de actividades innovadoras en los sectores industriales, agrícola, comercial y otros relacionados, proporcionando un manejo racional de los recursos que conduzcan a una retribución justa para nuestros accionistas, colaboradores y para la sociedad en general.

## PRODUCTOS QUE OFRECE LA EMPRESA

### El Azúcar

Es el producto principal es el Azúcar Rubia Doméstica.

El envasado del azúcar producido se realiza en bolsas de papel de 250 gramos para un contenido neto de 50 kilogramos, variando este empaque solamente en el color verde o azul para azúcar rubia. Siendo también posible el envasado en otras presentaciones y contenido cuando los clientes así lo requieran.

### Melaza

La melaza o "miel" de caña se obtiene de la caña de azúcar mediante su molienda utilizando unos rodillos o mazas que la comprimen fuertemente obteniendo un jugo que luego se cocina a fuego directo para evaporar el agua y lograr que se concentre. El producto final tiene una textura parecida a la miel de abeja y de sabor muy agradable que a muchas personas les recuerda el regaliz.

Durante la evaporación del agua sale hasta la superficie las impurezas que contienen ese jugo. Hay que sacar toda esa impureza, llamada cachaza, para que nos quede una melaza clara, transparente y homogénea y sobre todo ya que las impurezas pueden servir de materia a una fermentación futura.

La miel o melaza de caña cuanto más oscura sea, más sabor y nutrientes tendrá.

La melaza se utiliza como endulzante de tés, infusiones o jugos. Hay que tener en cuenta que, al igual que la miel, su sabor es intenso y hay que poner poquita para que no predomine más su sabor que el del jugo o infusión.

No se adapta para diabéticos por su riqueza en azúcares simples

Etanol

La fermentación del alcohol etílico es realizada en forma cerrada por cualquier carbohidrato rico en substratos. La melaza, licor producido de desechos, permanecen después de la cristalización de la sucrosa y es usada ampliamente como materia prima en la fermentación alcohólica. La melaza *blackstrap* contiene 35-40% de sucrosa y 15-20% de azúcares invertidos (glucosa y fructuosa) La melaza *hightest* contiene 21-22% de sucrosa y 50-55% de azúcares invertidos. La mayoría de las melazas *blackstrap* no requieren otros nutrientes adicionales para realizar la fermentación del alcohol etílico. Sin embargo, las melazas *hightest* requieren cantidades considerables de sulfato de amonio y otras sales, como fosfatos. El contenido de nutrientes no azucarados de *50-lids* de las melazas *hightest* es aproximadamente 7%, comparado con el 28-35% encontrado en las melazas *blackstrap*.

## PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL AZÚCAR

El proceso de producción del azúcar en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A se inicia en la recepción molienda de la caña en el trapiche y culmina en el envasado del azúcar en bolsas de 50 kg.

### TRAPICHE

Manipuleo y carga de la caña

Cortada la caña, es cargada a los camiones cuyas capacidades son de 25 y 40 TM y transportan la materia prima a la planta. Los vehículos al ingresar a la planta son pesados en la balanza, luego pasan al patio del ingenio para empezar el descargue.

Descarga de caña

La caña es descargada mediante una grúa hilo con capacidad de 25 TM. a la mesa alimentadora que consta de unos transportadores donde la caña es lavada con chorros de agua para ser conducida a dos macheteros sucesivos que la trozan y a un desfibrador que la deja en las condiciones óptimas para entrar a los molinos.

#### Limpieza de caña

La limpieza se realiza en la mesa alimentadora mediante chorros de agua en diferentes posiciones que lavan la misma, eliminando tierra y materias extrañas, tales como paja, cogollo, etc.

#### Molienda

La caña desfibrada es conducida a cuatro molinos que se encargan de extraer el jugo y transportando la fibra de un molino a otro para hacer continuas extracciones.

Para extraer el máximo posible de sacarosa, ésta se diluye con agua de imbibición que ingresa al cuarto molino, donde se extrae el jugo residual.

El jugo residual es bombeado al tercer molino para diluir la sacarosa que entra al mismo; el jugo extraído del tercero es bombeado al segundo molino, cuya fibra cuenta con menos jugo debido a la extracción en el primer molino; el jugo extraído del primer y segundo molino es bombeado a un tanque donde se mezcla y de allí pasa a un colador que, consiste en una malla metálica inclinada, que retiene el bagacillo y lo regresa a los molinos por un transportador de gusano sin fin.

El jugo mezclado es bombeado a una báscula electrónica para pesarlo y continuar el proceso en el área de elaboración. La fibra que sale del cuarto molino se llama Bagazo y es conducido a la caldera para que sirva como combustible en la producción de vapor.

Cada molino está formado por tres cilindros o masas de acero, que tienen la superficie en forma de sierra. Las masas de los molinos están dispuestas triangularmente, la masa por donde entra la caña se llama Masa Cañera, aquella

por donde sale se llama Masa Bagacera, y, la que está encima de las dos se llama Masa Superior.

El trabajo que realizan estos cuatro molinos es producido por dos turbinas de vapor generado por una Caldera de mediana presión (450 psig). En el trapiche hay una tercera turbina que es la que hace girar al desfibrador de caña.

Mediante un proceso de sucesivas compresiones (dos por molinos) e imbibición compuesta con la aplicación de agua caliente al último molino (70° C) y jugo diluido al tercero y segundo se logra la extracción de sacarosa.

El jugo más puro, constituido por la unión de las extracciones del primer y segundo molino (jugo mezclado) es enviado a fábrica previamente colado para comenzar el proceso de elaboración.

Como subproducto de la molienda se obtiene bagazo con una humedad aproximada de 50% el cual es utilizado una parte como combustible en el caldero almacenándose el resto para su uso posterior o venta.

### EN LA ELABORACIÓN

Sigue un proceso que se describe en el balance de materiales del departamento de Elaboración, presentado en el Diagrama Nro.9. Su secuencia se describe a continuación.

#### Pesada de jugo y encalamiento

El jugo mezclado es bombeado hacia la balanza de jugo, que al llenarse automáticamente levanta la tapa de envase en el momento que la balanza cae, descargando su pesaje por gravedad al tanque de encalamiento a su vez que se abre el conducto del pequeño tanque de la lechada de cal, que inyecta este álcali para la neutralización de este jugo reducido que luego es bombeado a los calentadores para levantar temperatura.

#### Calentamiento

El jugo es bombeado a estos calentadores verticales (2), donde el jugo es sometido a temperaturas hasta 105°C. Cada calentador está formado por una calandria tubular circulando el jugo por el interior de los tubos y el vapor por el lado exterior produciendo el intercambio calórico vapor-jugo en dos etapas el

primario a 85 °C y el secundario hasta 105 ° C; temperatura ideal para una óptima clarificación de jugos crudos.

#### Decantación

Luego del calentamiento el jugo es bombeado a grandes recipientes llamados clarificadores que están constituidos por varios compartimentos cada uno, es aquí donde se efectúa la sedimentación de la CACHAZA la que se extrae por el fondo de los clarificadores, decantando luego el jugo limpio a ser concentrado en los evaporadores.

#### Filtración

La cachaza obtenida de los clarificadores que aun contiene sacarosa es tratada en unos filtros rotatorios OLIVER en los cuales la torta adherida a los tambores se lava con agua caliente para su agotamiento. A través de esta filtración se logra un retorno del jugo filtrado hacia el tanque de enclavamiento y el componente tratado y lavado constituye la torta que como desecho es enviada al desagüe.

#### Evaporación

El jugo clarificado de P.H. 6,50. 7,00 es enviado a los evaporadores que están constituidos por calandrias tubulares que tienen la función de intercambiar calor, el vapor de calentamiento baña externamente los tubos de calandria y luego de un tiempo previsto el jugo se convierte en jarabe. El jugo que se alimenta a los evaporadores es sometido a una temperatura de 110°C y superficies calóricas y tensiones de vapor diferentes en cada uno de los efectos de la estación de evaporadores. El jarabe se deposita en recipientes adecuados de los cuales se proveerá a los tachos.

#### Cristalización

El jarabe obtenido se alimenta a los tachos o VACUN PANS en los cuales la cristalización es de tipo tradicional, empleando el sistema de 3 templas para el cocimiento de 3 tipos de masa. "A", "B" Y "C". Las cualidades deseables en el azúcar, están sujetas a la influencia del diseño de los tachos y de la forma en

que se opera. Las altas densidades disminuyen el consumo de vapor y la duración del ciclo, pero hacen que el control satisfactorio de las operaciones sea cuestión de velocidad, implica el peligro de la producción de conglomerados y falsos granos.

Existen diferentes técnicas para la formación de granos siendo la más recomendable la de semillamiento ya que con ello se consigue mayor agotamiento del licor madre pudiéndose elaborar con buena eficacia azúcar rubia y blanca.

En Andahuasi para constituir la semilla de tercera se concentra en el cuarto tacho jarabe, miel y jalea, elaborada una vez la semilla esta servirá para la creación de nuevo grano. La miel final se conoce con el nombre de melaza, que tiene diferentes usos industriales, como alcohol, ácido acético, ajino moto, etc.

Para este fin se cuenta con cuatro tachos de los cuales dos se emplean para las masas A y B y una para la masa C, quedando una para la concentración de jarabe.

Finalmente se cuenta con dos cristalizadores para las masas A-B y cinco para la masa C, y una donde las masas A-B terminan su agotamiento a la vez que se enfría antes de su centrifugación.

### Centrifugación

Esta etapa comprende la separación del azúcar de la miel de las diferentes masas que se elaboran, la miel retorna para un nuevo cocimiento si es de 1ra. o 2da. Para masas B y C respectivamente y el azúcar comercial se envía al almacén para su almacenamiento y su posterior despacho.

Para la centrifugación de las masas contamos con diferentes tipos: 2 ROBERTS AUTOMATICAS, 2 ROBERTS CONTINUAS Y 2 SILVER CONTINUA, siendo dos de ellas automáticas y cuatro continuas, las automáticas son para las masas A y B cuando se trata de azúcar rubia y para masa A cuando es para azúcar blanca, las continuas son para masa C cuando se trata de azúcar rubia y para las masas B y C cuando se trata de azúcar blanca.

### Secado y Embolsado

El azúcar obtenido es transportado al secador mediante un elevador, una vez seca el azúcar es elevada sobre una zaranda donde solo pasara tamizando granos pequeños y uniformes, mas no los trozos que se forman en el proceso, el azúcar seco y tamizado es recepcionado en una tolva desde donde pasa al embolsado respectivo que cuenta para ello con una balanza de caída libre semiautomático RCA regulada para un envase de 50 kg. x bolsa logrando una velocidad de envasado de 100 a 120 bolsas por hora.

#### Almacenamiento y Despacho

Se cuenta con un almacén techado, con piso de cemento con capacidad de 1,500 TM métricas de azúcar. Las bolsas son transportadas desde la zona de envasado hacia el almacén a través de un montacargas donde es depositado, para su inmediato y posterior despacho.

El diagrama de flujo adjunto muestra la representación del proceso productivo para la elaboración del azúcar

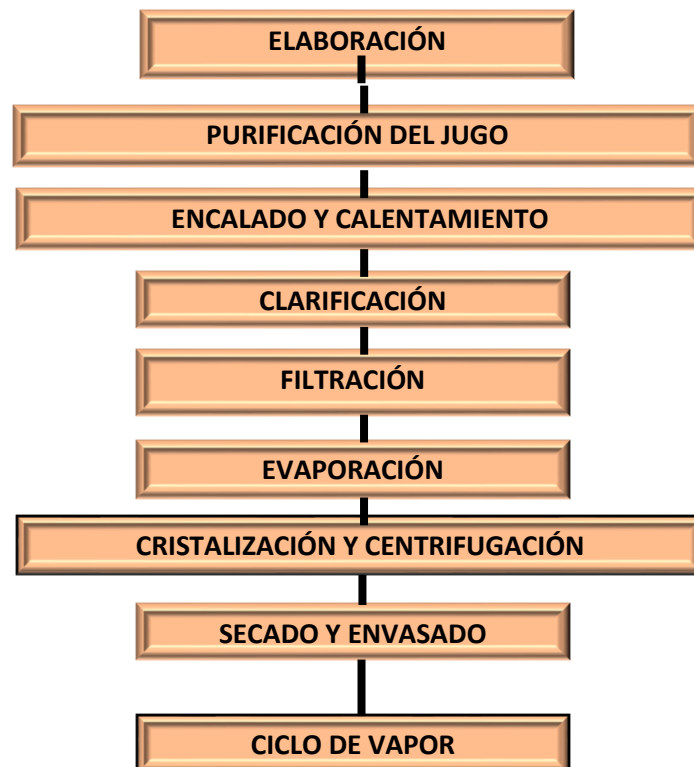


Figura 13 Diagrama de Flujo del proceso productivo para la elaboración del azúcar

Fuente: Elaboración propia

**BALANCE DE MATERIA EN TACHOS**

**A.1 BALANCE DE SÓLIDOS EN LOS TACHOS: En %**

**A.1.1 Sistema de Tres Templas.-**

**1. Rendimiento Total en la Estación de Tachos.**

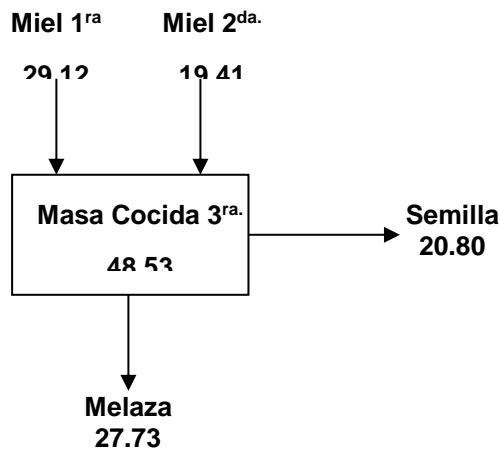
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Pureza Jarabe} - \text{Pureza Melaza}}{\text{Pureza Azucar} - \text{Pureza Melaza}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento en Melaza} = 100 - 72.27 = 27.73 \%$$

**2. TEMPLA DE MASACOCIDA 3<sup>ra</sup>.**

**2.1 Rendimiento Sólidos Azúcar 3<sup>ra</sup>. en Masa cocida 3<sup>o</sup>**

$$\text{Rendimiento} = \frac{60 - 39}{88 - 39} \times 100 = 42,86$$



$$\text{Rendimiento en Melaza} = 100 - 42,86 = 57,14$$

**2.2 Sólidos en la Templa 3<sup>ra</sup>. = 27,73 / 0,5714 = 48,53**

**2.3 Composición de la Masa Cocida 3<sup>era</sup>.**

Miel 1 <sup>era</sup> .	64	$\begin{matrix} \diagdown & & / \\ & 60 & \\ \diagup & & \diagdown \end{matrix}$	6	=	60 %	
Pureza M.C. 3 <sup>era</sup> .						
Miel 2 <sup>da</sup> .	54			4	=	40 %
			10		100 %	

**2.3.1 Sólidos en la Miel 1<sup>ra</sup>. = 0.60 x 48.53 = 29.12 %**



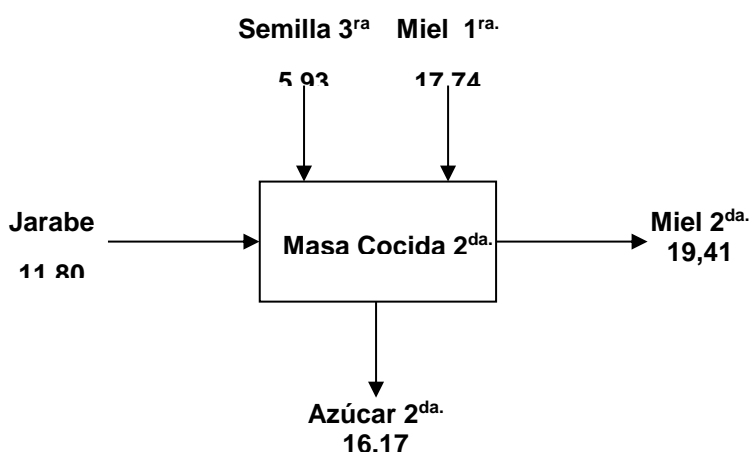
2.3.2 Sólidos en Miel 2<sup>da</sup>. = 48,53 – 29,12 = 19.41 %.

2.3.3 Sólidos en Azúcar 3<sup>ra</sup>. = 48.53 - 27.73 = 20.80 %.

## 2.4 Templa en Masa cocida 2<sup>da</sup>.

2.4.1 Rendimiento Sólidos Azúcar 2<sup>da</sup>. en Masa Cocida 2<sup>da</sup>.

$$\text{Rendimiento} = \frac{74 - 54}{98.50 - 54} \times 100 = 45.45\%$$



2.4.2 Rendimiento de Miel 2<sup>da</sup>. = 100 - 45.45 = 54.55 %

2.4.3 Sólidos en Templa 2<sup>da</sup>. = 19.41 / 0.5455 = 35.58 %

2.4.4 Sólidos en Azúcar 2<sup>da</sup>. = 35.58 - 19.41 = 16.17 %

## 2.5 Composición de la Masa Cocida 2<sup>da</sup>.

Pureza Pie de Templa de la Masa Cocida 2<sup>da</sup>. = 84 %

Composición del Pie de Masacocida 2da.

Semilla 3 <sup>era</sup> .	88	$\swarrow$ 84 $\searrow$	2,00	=	33,33 %
Pureza del Pie					
Jarabe	82		4.00	=	66,67 %
			6,00		100.00 %

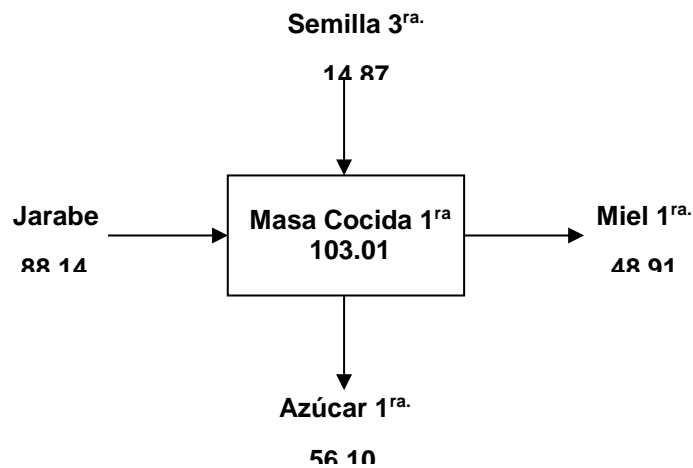
2.5.1 Sólidos en el pie de 2da. = 0,50 x 35,58 = 17,79

2.5.2 Sólidos de Jarabe en el pie = 0,6667 x 17,79 = 11,86

2.5.3 Sólidos de Semilla 3ra. en el pie = 17,79 – 11,86 = 5,93

2.5.4 Sólidos Miel 1ra en Templa 2da.= 35,58–17,79 = 17,79

## 2.6 Templa de Masa cocida 1<sup>era</sup>.



2.6.1 Sólidos en Azúcar 1<sup>era</sup>. = 100 - (16.17+ 27.73)= 56.10 %

2.6.2 Sólidos en Semilla 3<sup>era</sup>. = 20.80 - 5.93 = 14.87 %

2.6.3 Sólidos en Miel 1<sup>era</sup>. = 29,12 + 17.19 = 46,91 %.

2.6.4 Sólidos en Jarabe = 100 -11.86 = 88.14 %

2.6.5 Sólidos Masa Cocida 1<sup>era</sup>. = 88.14 + 14,87 = 103.01 %

### 2.6.6 Pureza de la Masa Cocida 1<sup>era</sup>.

$$\text{Semilla} = 14.87 \times 88.00 = 1308.56$$

$$\text{Jarabe} = 88.14 \times 82.00 = 7227.48$$

$$\text{Pureza Masa Cocida 1}^{\text{era}}. = \frac{8536.04}{103.01} \times 100 = 82.87\%$$

Rendimiento en Sólidos de Azúcar 1<sup>ra</sup>.

$$\text{Rendimiento} = \frac{82,87 - 64}{98.50 - 64} \times 100 = 54.70\%$$

## C.7 Balance de Sólidos expresados en Kg. de Sólidos / hr.

Tiempo Efectivo de Molienda = 20.00 hrs.

Caña = 75 000 Kg/hr.

$$\text{Evaporación} = \frac{60 - 15}{60} \times 100$$

$$= 75 \%$$

$$\text{Jarabe} = 100 - 75$$

$$= 25 \%$$

$$= 75\,000 \times 0.25$$

$$= 18\,750 \text{ Kg. Jarabe / hr. X 20 horas}$$

$$= 375\,000 \text{ Kg. Jarabe}$$

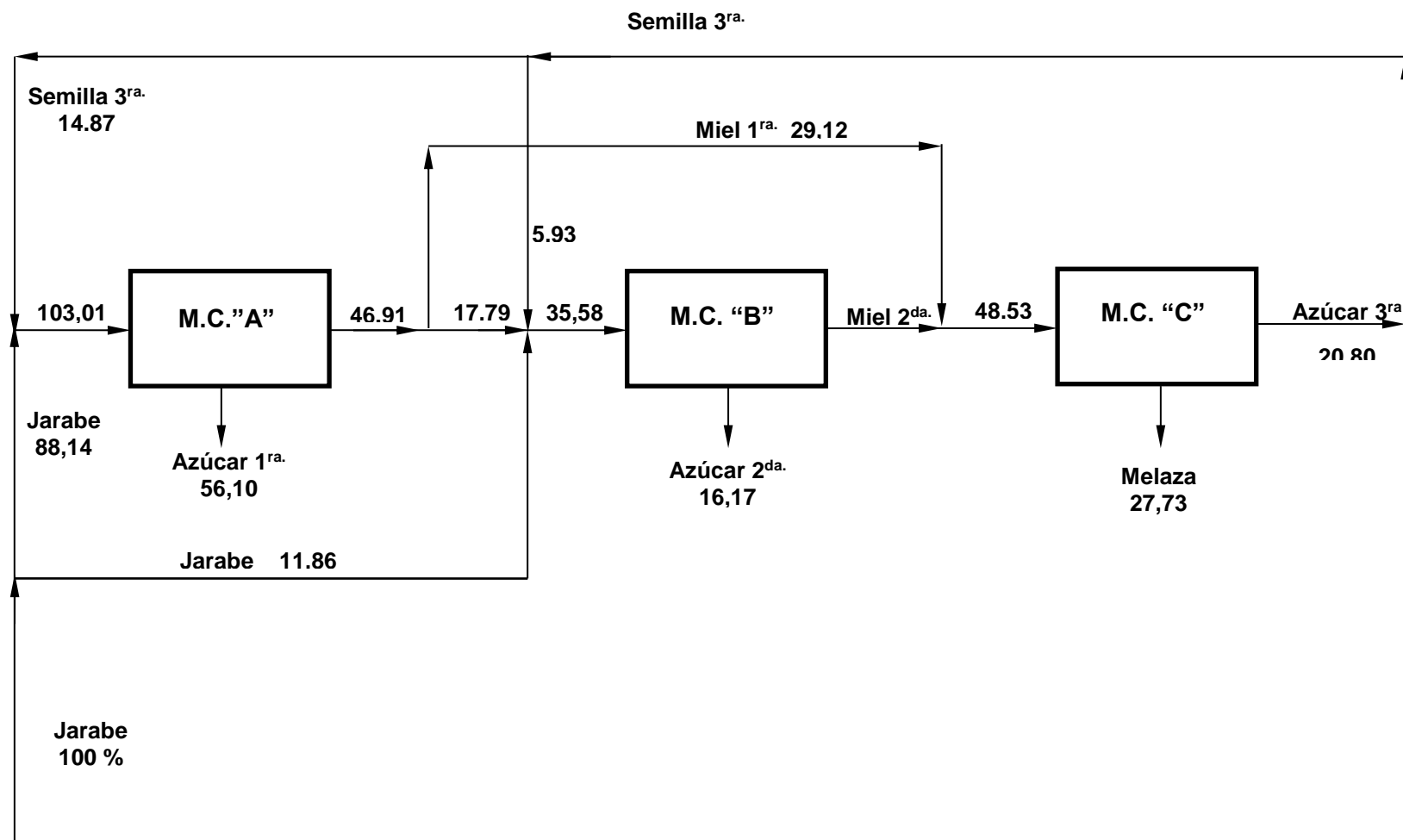


Figura 14 Balance de sólidos en los tachos: en porcentajes – sistema 3 templeas

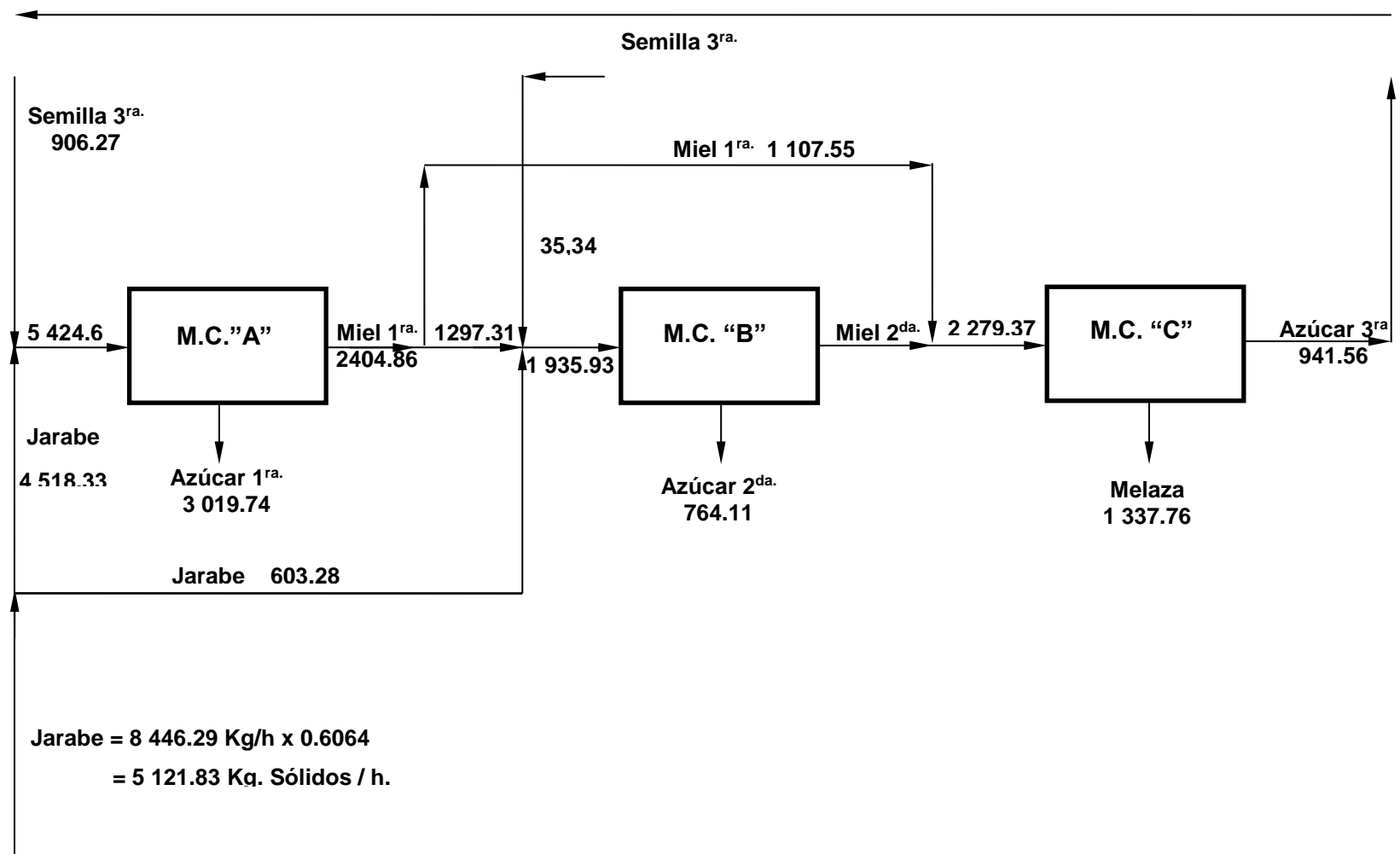


Figura 15 Balance de sólidos en los tachos: en Kg/hr – sistema 3 plantas

## 2.7.2 Propuesta de Mejora: Área de Cristalización

Actualmente en la industria azucarera local, no existen operaciones de cocimientos de azúcar completamente automáticas, la tarea del operador del tacho o “tachero”, sigue siendo un arte que se fundamenta en la experiencia del mismo. Si bien diferentes investigadores han desarrollado instrumentos y técnicas de control para este proceso, no son ampliamente aplicables debido principalmente a las limitaciones económicas y de instrumentación (Velásquez Orozco, L., 2013; Sabadí Díaz, R., 2009; Fuentes Navarro, S., 2006; HONING, P., 1987; HUGOT, E., 1974).

Desde el punto de vista práctico, se han desarrollado técnicas adecuadas de control e instrumentación que permiten obtener un grano de tamaño uniforme, de buena calidad y con rendimiento máximo. En nuestro caso, por las limitaciones económicas por las que pasa el Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. se ha adoptado un control de las variables de operación, las cuales son: el vapor de calefacción, la temperatura y presión en los tachos y el rendimiento de azúcar.

Una de las razones fundamentales es que de acuerdo al informe de del area laboratorio; área donde se hacen los análisis de todo el proceso del azúcar de la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A nos dice que la melaza que queda después de todo el proceso de cristalización tiene un alto contenido de sacarosa lo que nos indica azúcar que se pierde en la melaza concluyendo que este proceso hay deficiencias, a causa del inadecuado control de la presión y la temperatura en los tachos de cocimientos y por esta razón primordial la efectucción de este estudio.

Las técnicas de control del cocimiento de azúcar se basan en la medida de la sobresaturación, que a su vez posee una relación directa con la presión absoluta en el tacho. Por ello, la falta de control sobre esta presión, origina variaciones de temperatura que producen cambios en el estado de la sobresaturación.

Si la presión sube, la temperatura aumenta y el grano es susceptible de fundirse. Ahora, si la presión baja, la temperatura disminuirá y podrá

ocurrir la formación de un nuevo grano o de un conglomerado de los mismos de tamaño irregular.

Otro parámetro de importancia es la fluidez de la masa cocida, que se encuentra relacionada con la viscosidad de la misma. Esta variable puede ser utilizada para regular la alimentación de jarabe al tacho. La medida de la fluidez es importante en especial al final de la templa, ya que resulta necesario disminuirla lo máximo posible, con el fin de obtener el máximo rendimiento.

Aún con los controles antes mencionados, existen diversas variables que afectan al proceso de cocimiento de azúcar, por ejemplo, la variación de las impurezas que acompañan las soluciones azucaradas, afecta la formación del grano de azúcar y las velocidades de cristalización. Por otro lado, las características del tacho pueden producir variaciones que se deban al diseño del mismo y que afecten, por ejemplo, al flujo de vapor de calefacción y a su presión, que en consecuencia afectarán las velocidades de evaporación. Por ello, es fundamental estudiar los casos de manera particular para aplicar una técnica de control apropiada para cada condición encontrada.

## **CRISTALIZACIÓN**

En la etapa cristalización con la entrada del Jarabe proveniente del proceso de evaporación del jugo de caña, es saturada mediante la entrada del vapor de calefacción el cual emite una cierta presión y temperatura en los tachos de cocimiento llevando el jarabe a una concentración aproximada de 70° Bx y una pureza (cantidad de sacarosa) de 83 a 85%. Con la operación en los tachos se busca llevar el melado a una condición de solución azucarada sobresaturada para favorecer la formación y/o crecimiento de los cristales hasta un tamaño adecuado y uniforme

Los problemas económicos por los que atraviesa la Empresa, no ha permitido realizar un efectivo manejo de la problemática referida a un aumento de la producción por la mejora basada en un control automático de los cocimientos.

El control de las variables operativas en los tachos se basa en el control del vapor de calefacción, la temperatura y presión en los tachos. El control eficiente de estas variables nos permite un aumento en la producción de azúcar.

Este control tiene como objetivo realizar el registro y verificación de la toma de datos sobre el vapor de calefacción, temperatura y presión en los tachos, estableciendo coordinación con la sección de evaporadores que nos provee del vapor de calefacción y el personal encargado del manejo de los tachos para realizar el control de la temperatura y presión.

Esta supervisión es importante realizarla periódicamente; durante mi permanencia se realizará control mediante 12 tomas por día, cubriendo los tres turnos de trabajo en la Empresa; estos controles los he realizado durante 15 días, antes de realizar la mejora, como diagnóstico preliminar para evaluar las condiciones de control de estas variables.

Como parámetros de comparación para el estudio se ha tomado los valores estándares de presión y temperatura a los cuales deben trabajar los tachos; lo cuales son:

**Presión de vacío  $\leq 365 \text{ mm Hg} = 0.4961 \text{ Kg/cm}^2$**

**T = 65°C**

Esta información ha sido tomada directamente de la Catedra del Curso de Sistema de Control en Cocimientos de Azúcar por el Ing. Marcos A. Golato Universidad Nacional de Tucuman. Argentina.

Con estos parámetros y con la cantidad de jarabe promedio por día que entra al área de cristalización se ha estimado que la producción de azúcar esperada debe ser de 263 000 Kg.



Por lo que la mejora propuesta radica fundamentalmente en que la presión y temperatura se estabilize lo más cercano posible a estos valores de presión y temperatura estandarizados para lograr la producción esperada.

Finalmente cada día se ha realizado un registro de la producción de azúcar.

La implementación de la mejora se ha realizado mediante una serie de actividades, durante mi permanencia en la Empresa con motivo de mis prácticas pre-profesionales; las cuales se harán conocer mediante un diagrama de Gantt.

## Diagrama de Gantt: cronograma de actividades

MESES SEMANAS	Julio				Junio				Agosto				Setiembre				Octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>ACTIVIDADES</b>																				
Diagnóstico de la situación actual	■	■	■	■																
Identificación de la problemática	■	■	■	■																
Preparación de personal de apoyo para toma de datos					■	■														
<b><u>Control de variables antes de la mejora</u></b>																				
▪ Vapor de Calefacción																				
▪ Temperatura en Tachos																				
▪ Presión en Tachos.																				
Análisis de información											■									
<b><u>Propuesta de Mejora</u></b>																				
Capacitación a personal en manejo y regulación de equipos																				
Simulación de toma de datos después capacitación a personal de apoyo																				
<b><u>Control de Variables después de la mejora</u></b>																				
▪ Vapor de Calefacción																				
▪ Temperatura en Tachos																				
▪ Presión en Tachos.																				
Análisis de información																			■	
Elaboración de informe																			■	■

Tabla 7 Diagrama de Gantt

Los valores promedios de presión y temperatura alcanzados por día antes de la mejora se muestran en la siguiente tabla:

DIAS	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción Azúcar Kgs	Eficiencia	Eficacia
	P Kg/cm	Temperatura °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm			
1	1,814	115.88	64.41	0.4859	250000	66.67%	95.06%
2	1,810	115.8	64.31	0.4840	248250	66.20%	94.39%
3	1,813	115.85	64.28	0.4841	251030	66.94%	95.45%
4	1,814	115.88	64.38	0.4856	250750	66.87%	95.34%
5	1,812	115.82	64.43	0.4855	249050	66.41%	94.70%
6	1,814	115.88	64.41	0.4859	249450	66.52%	94.85%
7	1,813	115.85	64.38	0.4854	250350	66.76%	95.19%
8	1,813	115.85	64.43	0.4859	250500	66.80%	95.25%
9	1,814	115.88	64.41	0.4859	250150	66.71%	95.11%
10	1,814	115.88	64.41	0.4859	248750	66.33%	94.58%
11	1,811	115.82	64.4	0.4856	249150	66.44%	94.73%
12	1,813	115.85	64.48	0.4869	249450	66.52%	94.85%
13	1,812	115.83	64.43	0.4862	250010	66.67%	95.06%
14	1,812	115.83	64.43	0.4862	250030	66.67%	95.07%
15	1,812	115.83	64.43	0.4862	250080	66.69%	95.09%
PROM	1813	115.85	64.40	0.4857	249800	66.61%	94.98%

Tabla 8 Tabla antes de la mejora

Como se observa en el cuadro precedente hay una relación directa entre las variaciones de presión y temperatura con las variaciones de producción; en la medida que los valores de presión y temperatura se acercan a los valores estándar la producción aumenta.

Con esta información de la tabla y los valores estándar descritos anteriormente se ha calculado la eficiencia y eficacia antes de la mejora.

**Eficiencia:**

**Antes de la Propuesta:**

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Azúcar}}{\text{Jarabe}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{249800}{375000} \times 100 = 66,61\%$$

### **Eficacia:**

#### **Antes de la Propuesta:**

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Azúcar obtenida}}{\text{Azúcar programada}} \times 100$$

$$\text{Eficacia} = \frac{249800}{263000} \times 100 = 94.98\%$$

### 2.7.3 Implementación de la mejora

Las actividades relacionadas con la implementación del Plan de Mejora son las siguientes.

- Capacitación orientada a adquirir nuevo conocimiento relacionado con el control de las variables operativas para lograr reducir costos y aumentar la producción. En la actualidad todas las industrias desean ser competitivas en el mercado y buscan reducir sus costos de fabricación, mientras que simultáneamente mejoran su calidad, la fiabilidad, la modernidad y la durabilidad de sus productos. Para lograr estos objetivos, se requieren métodos apropiados de administración de producción y optimización, lo cual es imposible sin la aplicación del control automático y las tecnologías del proceso. La implementación de las tecnologías se basa en el conocimiento del control automático de procesos continuos, así como de algunos de sus parámetros fundamentales, tales como: cambios de temperatura, contenidos de materiales líquidos en tanques, presión en sistemas, intensidad de luz, velocidad de rotación, etc.

Esta capacitación está orientada al conocimiento específico de: instrumentación de proceso, tecnología de información, dimensionamiento de válvulas de control, sensores de presión y temperatura, medidores de nivel y flujo y finalmente conocimientos en instrumentación y control.

Esta capacitación exige un nivel de conocimientos en bases de control y automatización en los operadores, así como ser técnicos del SENATI.

- La Repotenciación de los equipos, está relacionada con el cambio parcial del aislamiento térmico en los tachos y tubería de vapor

respectivamente a fin de asegurar una efectiva transferencia de calor. También incluye la instalación de válvulas y accesorios en los tachos para realizar un mejor control.

- Por último debemos considerar la supervisión y control del proceso de cocimiento, que se ha realizado directamente con registros de datos de presión y temperatura cada 2 horas del proceso en los tres tachos durante los tres turnos.

## **COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA**

### **A) Inversión**

#### **1) Capacitación S/.16 000**

- Instrumentación de Proceso S/. 2 500
- Tecnología de Medición S/. 2 500
- Dimensionamiento de una válvula de control S/. 2 500
- Sensores de Presión y Temperatura S/. 2 500
- Medidores de Nivel y Flujo S/. 2 500
- Instrumentación y Control S/. 3 500

#### **2) Repotenciación de Equipos S/. 46 015**

- **Tachos. (aislamiento)** S/. 18 300

Cambio parcial de aislamiento de las zonas deterioradas

$$25 \text{ m} \times 03 \times \text{S}/. 244/\text{m} = \text{S}/. 18 300$$

- **Línea de Vapor (aislamiento)** S/. 7 840

Cambio parcial de aislamiento de las zonas deterioradas

$$35 \text{ m} \times \text{S}/. 224/\text{m} = \text{S}/. 7 840$$

- **Válvulas y Accesorios** S/. 19 875

- Válvulas de Control y Reguladoras de Presión (03)

$$03 \times 2 600 = \text{S}/. 7 800$$

- Válvulas de Control y Reguladoras de Temperatura (03)

$$03 \times 1 625 = \text{S}/. 4 875$$

- Válvulas globo (03)

03 x 1 200 = S/. 3 600

- Válvulas check (03)

03 x 1 200 = S/. 3 600

- **Manómetros (03)** S/. 1 050

**TOTAL INVERSION** S/.62 015

**B) Costo de Operación y Mantenimiento**

- 03 operarios de tachos S/. 64 800

- Mantenimiento S/. 4 860

**Total costo de operación y mantenimiento** S/. 69 650

#### 2.7.4 Resultados después de la mejora

A continuación en la tabla N°9 se presenta los resultados de la propuesta de mejora para aumentar la producción de azúcar en el área de Cristalización por el control de la variables operativas intervinientes.

DIAS	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción Azúcar Kgs	Eficiencia	Eficacia
	P Kg/cm	Temperatura °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm			
1	1,816	115.93	64.96	0.4948	251500	67.07%	95.63%
2	1,816	115.96	64.97	0.4950	251750	67.13%	95.72%
3	1,814	115.94	64.99	0.4955	251850	67.16%	95.76%
4	1,813	115.92	64.92	0.4944	251950	67.19%	95.80%
5	1,814	115.94	64.94	0.4944	251650	67.11%	95.68%
6	1,813	115.93	64.93	0.4940	251550	67.08%	95.65%
7	1,814	115.91	64.93	0.4943	251150	66.97%	95.49%
8	1,813	115.88	64.91	0.4938	251850	67.16%	95.76%
9	1,812	115.87	64.89	0.4935	251650	67.11%	95.68%
10	1,814	115.94	64.94	0.4947	251250	67.00%	95.53%
11	1,812	115.92	64.92	0.4941	251450	67.05%	95.61%
12	1,812	115.92	64.92	0.4941	251750	67.13%	95.72%
13	1,812	115.92	64.91	0.4940	251450	67.05%	95.61%
14	1,813	115.87	64.93	0.4942	251150	66.97%	95.49%
15	1,813	115.87	64.93	0.4942	252050	67.21%	95.84%
PROM	1813	115.91	64.93	0.4943	251600	67.09%	96%

Como se observa la mejora permite que los valores de presión y temperatura tomados durante 15 días están más cercanos a los valores estándares de presión y temperatura definidos anteriormente lo que genera un incremento de la producción promedio diaria.

A continuación con los resultados obtenidos en la tabla N°, y relacionándolos con los valores estándares se obtiene la eficiencia y la eficacia después de la mejora

## Eficiencia:

### Después de la Propuesta:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Azucar}}{\text{Jarabe}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{251600}{375000} \times 100 = 67.09\%$$

## Eficacia:

### Después de la Propuesta:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Pordduccion obtenida}}{\text{Produccion programada}} \times 100$$

$$\text{Eficacia} = \frac{251600}{263000} \times 100 = 95.66\%$$

De acuerdo al control realizado durante 15 días de las variables intervinientes se ha logrado mejorar la eficiencia en un 0.48%. Así mismo, la eficacia también se ha logrado mejorar en un 0.68 %.

## 2.7.5 Análisis Costo Beneficio (análisis económico financiero)

### INCREMENTO DE PRODUCCIÓN

El mejor control de los parámetros de presión y temperatura de los tachos en el área de cristalización de la planta permitió un mejor rendimiento de jarabe que entra diariamente a esa y del cual se obtiene sacarosa y melaza; este control permitió obtener mayor cantidad de sacarosa lo que redunda en una mejor producción de azúcar, obteniendo una melaza sin mucha sacarosa esto permite optimizar el jarabe que entra al área:

A continuación en el siguiente cuadro se muestra la producción diaria de azúcar obtenida antes de la mejora y después de la mejora

### DIARIA

Producción diaria ACTUAL (kg)	producción diaria después de la mejora(kg)	producción diaria ganada(kg)
249,000 = 4980 bolsas	251,600 = 5032 bolsas	1800 = 36 bolsas

Tabla 10 Producción diaria de azúcar



## MENSUAL

Producción mensual ACTUAL (kg))	producción diaria después de la mejora(kg)	Producción mensual ganada(kg)
7,470,000 = 149,000 bolsas	7,548,000 = 150,960 bolsas	54,000 kg = 1080 bolsas

Tabla 11 Producción mensual de azúcar

## ANUAL

Producción diaria ACTUAL (kg))	producción diaria después de la mejora(kg)	producción diaria ganada(kg)
82170000kg = 1,643,400 bolsas	83,028,000kg = 1,660,560 bolsas	594,000kg = 11,880 bolsas

Tabla 12 Producción anual de azúcar

## Determinación de Beneficio

Los beneficios se han determinado en función a la mayor producción de azúcar obtenidos como producto de la mejora procesando la misma cantidad de recursos (jarabe); para su monetización se ha considerado el producto de esa mayor producción por el costo por bolsa (sin IGV) al cual se vende el producto en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A tal como se muestra en el siguiente cuadro

Beneficio x Día	Beneficio x mes	Beneficio x Año
66.10*36(bolsas) S/. 2379.66	66.10*1080(bolsas) S/. 71 389.83	66.10*11,880 (bolsas) s/. 785 288.14

## Relación Beneficio - Costo:

La relación beneficio costo es un indicador de decisión financiera que nos permite determinar si la inversión necesaria para implementar mejoras en el control de los parámetros presión y temperatura le generan rentabilidad a la empresa; a continuación determinamos la relación beneficio – costo relacionando el beneficio total sobre los costos totales incluida la inversión, para el año 1 de operación.

$$\text{Relacion Beneficio- Costo (B/C)} : \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales(incluida la inversion)}}$$

$$\text{Relacion Beneficio- Costo (B/C)} : \frac{785288.14}{131\ 665} = 5.96$$

Los criterios de decisión con la relación beneficio – costo son:

- $B/C > 1$  Indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente el proyecto debe ser aceptado.
- $B/C = 1$  Aquí no hay ganancia, pues los beneficios son iguales a los costos.
- $B/C < 1$  muestra que los costos son mayores a los beneficios por lo tanto no se debe considerar.

El beneficio – costo determinado que se obtendría de la mejora nos indica que por cada unidad monetaria invertida en la mejora se obtendría 5.96 unidades monetarias como utilidad.

### **III. RESULTADO**

### 3.1 RESULTADO DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.1.1 Resultado del análisis descriptivo

##### 3.1.1.2 Variable Dependiente: Productividad

#### Productividad

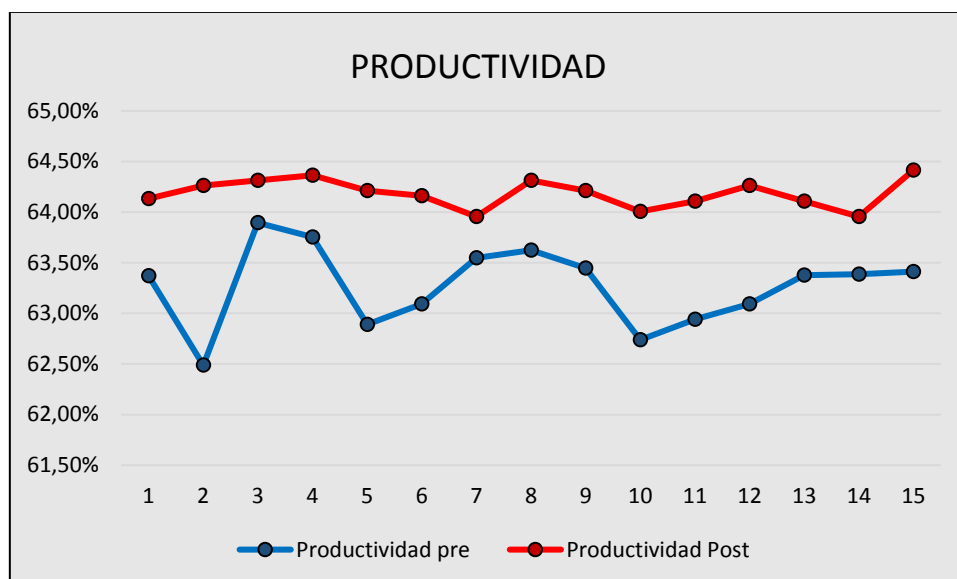


Figura 16 Gráfico lineal de productividad del Pre-Test y Pro-Test

Elaboración Propia

**Interpretacion:** En la Figura N°16, se muestra que en la productividad Pre una variación notoria desde 62,49% hasta 63,89% y después de aplicar el tratamiento vemos una uniformidad en los datos tomados desde 63,96% hasta 64,41% lo que significa que la productividad ha mejorado

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
ProductividadPre	15	62,49	63,89	63,2707	,38902
ProductividadPost	15	63,96	64,41	64,1847	,13933
N válido (por lista)	15				

Tabla 13 Estadístico descriptivo del pre-test y post-test de la eficiencia

Elaboración propia

Interpretación: En la tabla N°14, se observa que la productividad pasó de 62,49 a 63,96 puntos porcentuales después de haberse aplicado la mejora en el área de cristalización.

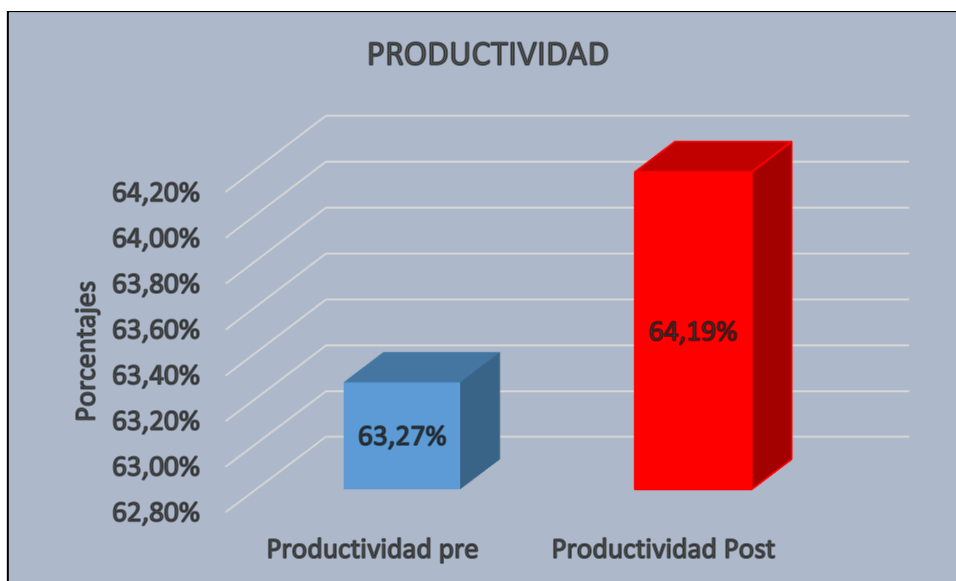


Figura 17 Gráfico de barras de la productividad del Pre-Test y Post-Test

Elaboración propia

**Interpretación:** En la figura N°17, se muestra el resultado obtenido de los datos del pre-test y post-test, en la cual se aprecia un incremento de la productividad de un 0,92 puntos porcentuales.

Dimensión 1: Eficacia

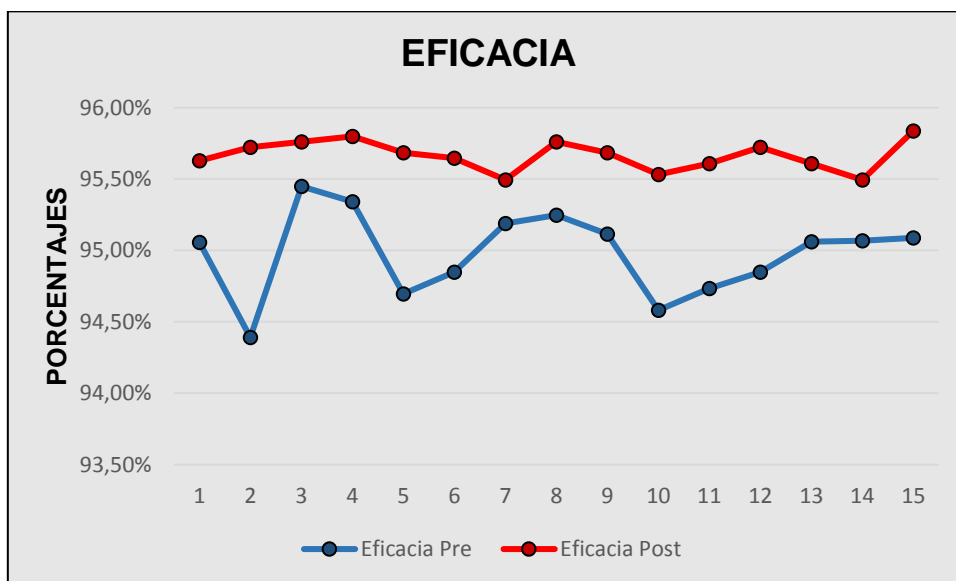


Figura 18 Gráfico Lineal de la eficacia del pre-test y post-test

Elaboración propia

**Interpretación:** En la Figura N°18, se muestra que en la Eficacia Pre una variación notoria desde 94,39% hasta 95,45% y después de aplicar el tratamiento vemos una uniformidad en los datos tomados desde 95,49% hasta 95,84% lo que significa que la Eficacia ha mejorado

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EficaciaAntes	15	94,39	95,45	94,9813	,29279
EficaciaDepues	15	95,49	95,84	95,6647	,10703
N válido (por lista)	15				

Tabla 14 Estadístico descriptivo del pre-test y post-test de la eficacia

Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla N°15, se observa que la Eficacia pasó de 94,98 a 95,67 puntos porcentuales después de haberse aplicado la mejora en el área de cristalización.

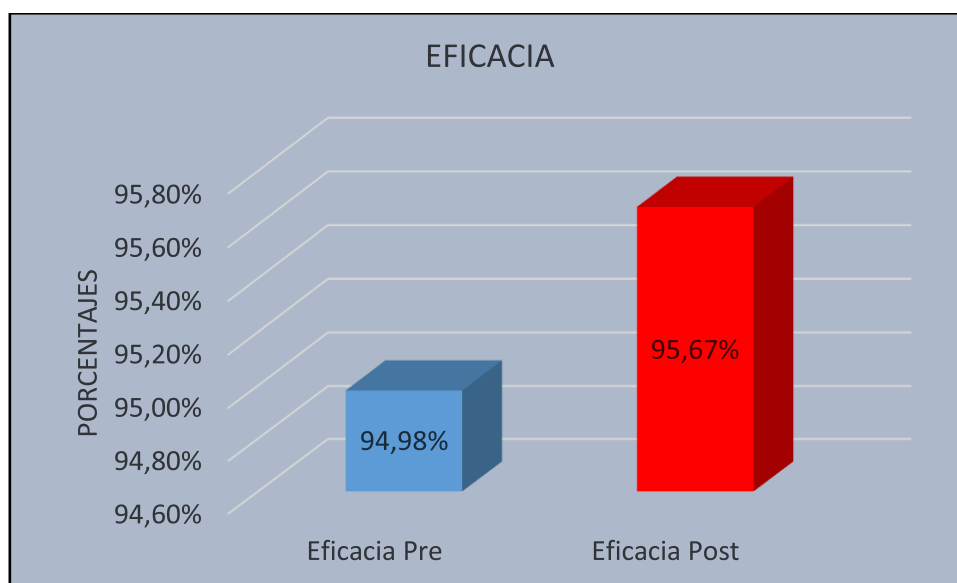


Figura 19 Gráfico de Barras de la eficacia del pre-test y post-test

Elaboración propia

**Interpretación:** En la figura N°19, se muestra el resultado obtenido de los datos del pre-test y post-test de la Eficacia, en la cual se aprecia un incremento de la productividad de un 0,69 puntos porcentuales.

## Dimensión 2: Eficiencia

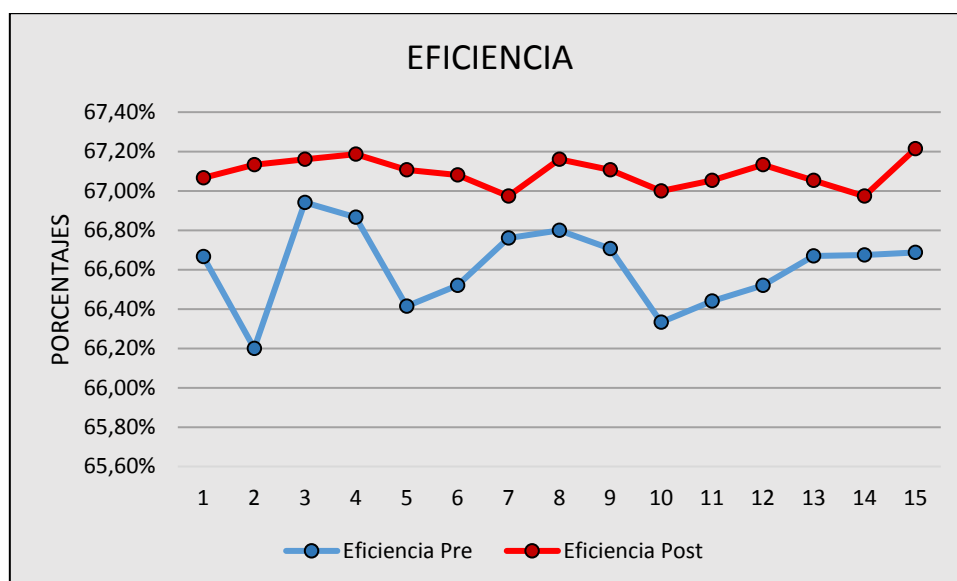


Figura 20 Gráfico Lineal de la eficiencia del pre-test y post-test

Elaboración propia

**Interpretación:** En la Figura N°20, se muestra que en la Eficiencia Pre una variación notoria desde 66,20% hasta 66,94% y después de aplicar el tratamiento vemos una uniformidad en los datos tomados desde 66,97% hasta 67,21% lo que significa que la Eficiencia ha mejorado.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EficienciaAntes	15	66,20	66,94	66,6133	,20594
EficienciaDespues	15	66,97	67,21	67,0927	,07497
N válido (por lista)	15				

Tabla 15 Estadístico descriptivo del pre y post test de la eficiencia

Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla N°16, se observa que la Eficiencia pasó de 66,61 a 67,09 puntos porcentuales después de haberse aplicado la mejora en el área de cristalización.

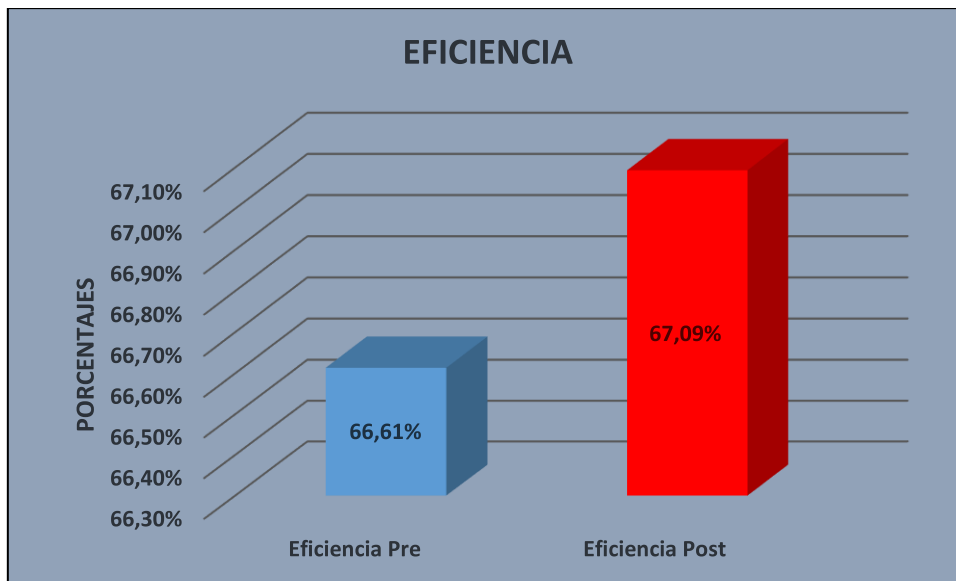


Figura 21 Gráfico de Barras de la eficiencia del pre-test y post-test

Elaboración propia

**Interpretación:** En la figura N°21, se muestra el resultado obtenido de los datos del pre-test y post-test de la eficiencia, en la cual se aprecia un incremento de la productividad de un 0,48 puntos porcentuales.



### 3.2 RESULTADO DEL ANÁLISIS INFERENCIAL

#### 3.2.1 Variable Dependiente:

##### 3.2.1.1 Productividad

##### A) Prueba de normalidad de la Productividad

*Hipótesis:*

Ho: Los datos analizados de la muestra provienen de una distribución normal

Ha: Los datos analizados de la muestra no provienen de una distribución normal

Regla de decisión:

Si el p-valoré (Sig) >  $\alpha = 0.05$ , se aprueba la Ho y se rechaza la Ha

Si el p-valoré (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la Ha y se rechaza la Ho

Dado que se tiene un total de 15 datos analizados, se procede a usar la prueba estadística de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ProductividadPre	,201	15	,106	,968	15	,823
ProductividadPost	,106	15	,200 <sup>*</sup>	,958	15	,662

Elaboración propia

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 16 Prueba de normalidad de la Productividad del pre-test y post-test con Shapiro Wilk**

De la tabla N°17, se puede observar que la significancia de la productividad de la producción Pre y la productividad Post tiene un valor mayor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que para ambos casos los datos siguen una distribución normal.

Dado que lo que se quiere saber es si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis de la prueba de T-student.

B) Prueba de hipótesis T - Student

*Contrastación de la hipótesis general*

H<sub>0</sub>: La mejora en los parámetros de control no contribuyen a incrementar la productividad en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

H<sub>a</sub>: La mejora en los parámetros de control contribuyen a incrementar la productividad en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

Regla de decisión:

H<sub>0</sub>:  $\mu_{\text{ProductividadPre}} \geq \mu_{\text{ProductividadPost}}$

H<sub>a</sub>:  $\mu_{\text{ProductividadPre}} < \mu_{\text{ProductividadPost}}$

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Productividad Pre	63,2707	15	,38902	,10044
Productividad Post	64,1847	15	,13933	,03597

Tabla 17 Estadísticas de muestras relacionadas de la Productividad del pre-test y post-test

Elaboracion propia

De la tabla N°18, ha quedado demostrado que la media de la productividad del antes (63,2707) es menor que la media de la productividad del despues (64,1847), por lo cual no se cumple la H<sub>0</sub>:  $\mu_{\text{ProduccionAntes}} \geq \mu_{\text{ProduccionDespues}}$ , por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor ó significancia de los resultados obtenidos de la prueba de T de student para ambos datos de la productividad.

Regla de decisión:

Si el p-valoré (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la H<sub>a</sub> y se rechaza la H<sub>0</sub>

Si el p-valoré (Sig)  $> \alpha = 0.05$ , se aprueba la H<sub>0</sub> y se rechaza la H<sub>a</sub>

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Productividad Pre – Productividad Post	- ,91400	,38097	,09837	-1,12498	-,70302	-9,292	14	,000

Tabla 18 Prueba de muestras relacionadas de la Productividad del pre-test y post-test

Elaboración propia

De la tabla N°19, se puede observar que del resultado obtenido del procesamiento de los datos de Pre y Post de la productividad una vez aplicado la mejora tiene un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor al 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que la mejora de parámetros de control incrementa la productividad en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

### 3.2.1.2 Eficacia

#### A) Prueba de normalidad de la Eficacia

*Hipótesis:*

Ho: Los datos analizados de la muestra no provienen de una distribución normal

Ha: Los datos analizados de la muestra provienen de una distribución normal

Regla de decisión:

Si el p-valoré (Sig) >  $\alpha = 0.05$ , se aprueba la Ho y se rechaza la Ha

Si el p-valoré (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la Ha y se rechaza la Ho

Dado que se tiene un total de 15 datos analizados, se procede a usar la prueba estadística de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EficaciaAntes	,206	15	,087	,967	15	,818
EficaciaDepues	,105	15	,200 <sup>*</sup>	,960	15	,695

Elaboracion propia

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 19 Prueba de normalidad de la Productividad del pre-test y post-test con Shapiro Wilk**

De la tabla N°20, se puede observar que la significancia del pre y post test de la Eficacia tiene un valor mayor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que para ambos casos los datos siguen una distribución normal.

Dado que lo que se quiere saber es si la Eficacia ha mejorado, se procederá al análisis de la prueba de T-student.

**B) Prueba de hipótesis T - Student**

*Contrastación de la hipótesis general*

Ho: La mejora de los parámetros de control no contribuye a incrementar la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

Ha: La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{Pre-test}} \geq \mu_{\text{Post-test}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Pre-test}} < \mu_{\text{Post-test}}$$

**Estadísticas de muestras emparejadas**

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
EficaciaAntes	94,9813	15	,29279	,07560
EficaciaDepues	95,6647	15	,10703	,02763

Tabla 20 Estadísticas de muestras relacionadas del pre y post test de la Eficacia

Elaboración propia

De la tabla N°21, ha quedado demostrado que la media de la Eficacia del pre-test (94,9813) es menor que la media de la Eficacia del post test (95,6647), por lo cual no se cumple la  $H_0: \mu_{Ppre-test} \geq \mu_{Ppost-test}$ , por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor ó significancia de los resultados obtenidos de la prueba de T de student para ambos datos de la eficacia.

Regla de decisión:

Si el p-valué (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la  $H_a$  y se rechaza la  $H_0$

Si el p-valué (Sig)  $> \alpha = 0.05$ , se aprueba la  $H_0$  y se rechaza la  $H_a$

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
EficaciaAntes – EficaciaDepues	-,68333	,28635	,07393	-,84191	-,52476	-9,242	14	,000

Tabla 21 Prueba de muestras relacionadas Pre y Post test de la Eficacia

Elaboración Propia

De la tabla N°22, se puede observar que del resultado obtenido del procesamiento de los datos del pre y post test de la eficacia una vez aplicado el la mejora tiene un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor al 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que la mejora de parámetros de control incrementa la eficacia en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

### 3.2.1.3 Eficiencia

#### A) Prueba de normalidad de la Eficiencia

*Hipótesis:*

Ho: Los datos analizados de la muestra no provienen de una distribución normal

Ha: Los datos analizados de la muestra provienen de una distribución normal

Regla de decisión:

Si el p-valoré (Sig) >  $\alpha = 0.05$ , se aprueba la Ho y se rechaza la Ha

Si el p-valoré (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la Ha y se rechaza la Ho

Dado que se tiene un total de 15 datos analizados, se procede a usar la prueba estadística de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	,208	15	,079	,967	15	,811
Eficiencia Después	,125	15	,200 <sup>*</sup>	,956	15	,629

Elaboración Propia

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 22 Prueba de normalidad de la Eficiencia del Antes y Después con Shapiro Wilk**

De la tabla N°23, se puede observar que la significancia de la eficiencia del pre tiene un valor mayor a 0.05 y la eficiencia del post test tiene un valor menor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que los datos tienen comportamientos paramétricos y no paramétricos respectivamente.

Dado que lo que se quiere saber es, si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis de la prueba de Wilcoxon.

B) Prueba de hipótesis Wilcoxon

*Contrastación de la segunda hipótesis específica*

Ho: La mejora de los parámetros de control no contribuye a incrementar la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

Ha: La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{Pre-test}} \geq \mu_{\text{Post-test}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Pre-test}} < \mu_{\text{Post-test}}$$

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EficienciaAntes	15	66,6133	,20594	66,20	66,94
EficienciaDespues	15	67,0927	,07497	66,97	67,21

Tabla 23 Análisis descriptivo estadísticos de la Eficiencia del pre-test y post-test con Wilcoxon

Elaboración Propia

De la tabla N°24, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia del pre-test (66,6133) es menor que la media de la eficiencia del post test (67,0927), por lo cual no se cumple la  $H_0: \mu_{\text{Pre-test}} \geq \mu_{\text{Post-test}}$ , por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados obtenidos de la prueba de Wilcoxon para ambos datos de la eficiencia.

Regla de decisión:

Si el p-valoré (Sig)  $\leq \alpha = 0.05$ , se aprueba la Ha y se rechaza la Ho

Si el p-valoré (Sig)  $> \alpha = 0.05$ , se aprueba la Ho y se rechaza la Ha

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
EficienciaDespues - EficienciaAntes	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
	Rangos positivos	15 <sup>b</sup>	8,00	120,00
Empates		0 <sup>c</sup>		
Total		15		

Elaboración Propia

a. EficienciaDespues < EficienciaAntes

b. EficienciaDespues > EficienciaAntes

c. EficienciaDespues = EficienciaAntes

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EficienciaDespu es - EficienciaAntes
Z	-3,409 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 24 Rangos de Prueba de Wilcoxon del pre y post test de la Eficiencia

De la tabla N°25, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, procesada a los datos del pre-test y post-test de la eficiencia es de 0.001, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que la mejora de parámetros de control incrementa la eficiencia en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A



## IV. DISCUSIÓN

1.- De los resultados obtenidos en el presente estudio, se logró mejorar los parámetros de control que son puntos críticos durante el proceso azucarero utilizando un tratamiento que consiste en capacitar y repotenciar los equipos así de este modo se mejoró la productividad en un 0,92 puntos porcentuales de la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2017, este resultado coincide con la investigación de Fuentes (2006) en su tesis “Optimización del proceso de azúcar blanca para mejorar la calidad en el Ingenio Santa Teresa S.A.” en donde manifiesta que se realizó un análisis de la situación actual del área de fábrica, para formarse una idea de los puntos críticos existentes y poder diagnosticar correctamente mejorando la productividad y la calidad a través de los controles en parámetros del proceso antes de la llegada de la materia prima producción, material en proceso y producto final almacenado en bodega.

2.- De los resultados obtenidos en el presente estudio, se logró mejorar la productividad desde un 63.27% a un 64.19% de la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2017, este resultado coincide con la investigación de Reto (2015) en su tesis “Diseño de un Sistema de Gestión de Procesos en la empresa Pesquera Proanco S.R.L.” en donde declara que se mejoró puntos críticos en el proceso de producción y la calidad en los procesos de la empresa; permitiendo de este modo estandarizar los procesos, establecer pautas para el manejo de herramientas de calidad y aumentar la eficiencia de los procesos y elevar los volúmenes de producción y cumplir con los estándares de calidad establecidos por los clientes de la empresa en mención.

## V. CONCLUSIONES

1.- Como producto de la aplicación de la mejora de parámetros de control en el área de cristalización de la empresa se obtuvieron los siguientes resultados.

a) Se logró incrementar la eficiencia en el proceso productivo de un 66.61% a un 67.09%

b) Se logró incrementar la Eficacia de un 94.98% a un 96%

Como consecuencia de elevar la eficiencia y eficacia se elevó la productividad de producción de azúcar incrementándose esta de 249800 kg/d a 251600 kg/d lo que en promedio supone un incremento de 1800 kg/d equivalente a 36 bolsas diarias

2.- Se demostró en el estudio de Mejora de Parámetros de control del área de cristalización de la empresa Azucarera Andahuasi que con un adecuado manejo de la presión y la temperatura (estabilización) permitirá aprovechar mejor el recurso (Jarabe) obteniendo un mejor rendimiento con la misma cantidad de recursos.

3.- Económicamente la implementación de la mejora se justifica porque los beneficios totales obtenidos cubren holgadamente los costos de inversión y de operación y mantenimiento de la mejora a implementar; se logra incrementar la producción en 1800 kg más de azúcar por día lo cual significa un beneficio anual adicional de 785288.14 por año.

## VI. RECOMENDACIONES

1.- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio se recomienda aplicar las mejoras de control en el área de cristalización en razón de que beneficia a la empresa por generarle mayores ingresos.

2.- Para asegurar el logro de estos resultados se recomienda que efectivamente esta empresa invierta en la capacitación al personal en los temas relacionados al manejo de instrumentos de medición y control de la presión y temperatura en el área de cristalización, y así mismo se invierta en la repotenciación de los equipos toda vez que esto asegurara el buen funcionamiento de estos

3.- Se recomienda implementar medidas de control de estos y otros parámetros en las diferentes áreas de la empresa que permitan por ejemplo que el jarabe que llega al área de cristalización tenga un menor índice de impurezas que es uno de los puntos que afecta a la variación de la presión y temperatura en los tachos del área de cristalización.

4.- Un tema importante y recomendable sería automatizar el control de todo estos parámetros a nivel de toda la empresa de tal manera que el control sea integral y esto genere una mayor rentabilidad para empresa; en las condiciones actuales de la empresa por la problemática que está viviendo, es complicada su implementación por su alto costo de inversión y el problema social que generaría.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## BIBLIOGRAFIA

- FARJE, Luis. Sistema de Control de Procesos para el Aseguramiento de la Calidad en la Producción de Harina de Pescado. Tesis (Título de Ingeniero de sistemas)  
Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- FRÍAS, Tatiana y MONTILLA, Lizeth. Evaluación de los Parámetros de Físicos, Químicos y Microbiológicos en el Sector Puerto de Productores Río Itlaya, Loreto. Tesis (Título de Licenciada en Ecología).  
San Juan, Perú: Universidad Científica del Perú.
- HERNANDEZ, Andres. Análisis, Evaluación y Propuesta de Mejora en el Proceso de Manipulación de Azúcar y diseño de indicador de rendimiento del azúcar en Planta de Preparación de Semielaborado Poston S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial)  
Antioquía, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.
- BENHAMMOU, Samira. Parámetros de calidad de las Aguas de consumo Humano en los Reinos de España y Marruecos. Tesis Doctoral (Título de Doctora en Farmacia)  
Granada, España: Universidad de Granada.
- IBARRA, Tay-Ling. Estandarización de Puntos de Control de Calidad en la Línea de Producción de Chocolate. Tesis (Título de Ingeniero Químico).  
Sartenejas, Venezuela: Universidad de Simón Bolívar.
- WEHRHAHNE, Nilda. Evaluación de Parámetros de Calidad en la Molinera de Avenas en Argentina. Tesis (Magister en Ciencias Agrarias).  
Bahía Blanco, Argentina: Universidad Nacional del Sur.



- GALICIO, Gregory; LUCANA, Iván; MEZA, Cristina; QUINTE, Maritza y SIFUENTES, Sara. Análisis financiero de la empresa AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.[En línea]. Perú UNMSM, 2010. 9 p. Disponible en: [https://issuu.com/xata.picara/docs/trabajo\\_final\\_de\\_finanzas](https://issuu.com/xata.picara/docs/trabajo_final_de_finanzas)
- HEISER, Jay y RENDER. Principios de administración de operaciones. 7a ed. México. Pearson Educación. 2009. 752pp. ISBN: 978 607 442 099 9.
- CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. Editorial Marcombo 1993. 5ta edición.
- LEVINE, Ira. Físico Química en la actualidad. 5ª edición. McGraw-Hill Interamericana de España S.L., 2005. ISBN: 8448198336, 9788448198336
- HEISER, Jay y RENDER. Principios de administración de operaciones. 7a ed. México. Pearson Educación. 2009. 752pp. ISBN: 978 607 442 099 9.
- RETO, Alberto. Diseño de un Sistema de Gestión de Procesos en la empresa Pesquera Proanco SRL. Tesis (Título de Ingeniero Pesquero). Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura, 2015.
- COSTA, Manuel y DENEGRÍ, César. Evaluación de la Gestión de la Calidad y Propuesta de Mejora para la línea de Harina de Pescado de la empresa Corporación Nutrimar S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Pesquero). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
- SANCHEZ, Sergio. Aplicación de las 7 herramientas de la calidad a través del ciclo de mejora continua de Deming en la sección de Hilandería en la fábrica PASAMANERÍA S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013.

- FUENTES, Sherly. Optimización del proceso de fabricación de azúcar blanca para mejorar la calidad, en el Ingenio Santa Teresa S.A. Tesis (Titulo de Ingeniero Industrial). Guatemala, México: Universidad San Carlos de Guatemala, 2006.
- RODRIGUEZ, Cynthia. Propuesta de un sistema de mejora continua para la reducción de mermas en una procesadora de vegetales en el departamento de Lima con el objetivo de aumentar su productividad y competitividad. Tesis (Titulo de Ingeniero Industrial). Lima, Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2011.
- FELSINGER, Erica y RUNZA, Pablo. Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros.[En línea]. Peru Universidad del CEMA Maestría en Dirección de Empresas. 3 p. Disponible en: [https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger\\_MADE.pdf](https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger_MADE.pdf)
- LOPEZ, Brayan. Siete herramientas básicas de calidad. [Mensaje en un blog], Perú(2016), [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2017] recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>
- ORTEGON, Mónica; DIAZ, Jaime; PULIDO, Jhon y PEREZ, Adriana. FLUJOGRAMAS Y FLOXOGRAMAS. [En Linea]. Bogota, Fundación SIIGO, 2012, 4 p. Disponible en : [https://docs.google.com/document/d/1-YjxrQYe7pJK\\_hz6EOKYPBgQ2IFweuW0dp88aL3avQM/edit#](https://docs.google.com/document/d/1-YjxrQYe7pJK_hz6EOKYPBgQ2IFweuW0dp88aL3avQM/edit#)
- FERNÁNDEZ, Manuel y Sánchez, José. Eficacia Organizacional Concepto, desarrollo y evaluación. Madrid: Díaz de Santos S.A, 1997, p. 64-66.  
ISBN: 8479783125

- GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. [En línea]. Mexico, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. 2010, .p. Disponible en : [http://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/Calidad-total-y-productividad-3edi-Gutierrez\\_redacted.pdf](http://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/Calidad-total-y-productividad-3edi-Gutierrez_redacted.pdf)

## VIII. ANEXOS

## DATA DE CONTROL DE VARIABLES OPERATIVAS Y PRODUCCIÓN

### ANTES DE LA MEJORA

#### Anexo 1: Tabla de Datos N°1



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 20/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 000
Prom.	1,814	115,88	64,41	0,4859	

## Anexo 2: Tabla de Datos N°2



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 21/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,6	64,2	0,4818	
2	1,81	115,8	64,5	0,4875	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,80	115,6	64,2	0,4818	
12	1,81	115,8	64,5	0,4875	
					248 250
Prom.	1,810	115,80	64,31	0,4840	

### Anexo 3: Tabla de Datos N°3



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 22/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,6	64,3	0,4826	
2	1,81	115,8	64,5	0,4875	
3	1,82	116	63,9	0,4785	
4	1,82	116	64,1	0,4820	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4860	
11	1,81	115,8	64,5	0,4875	
12	1,81	115,8	64,5	0,4875	
					251 030
Prom.	1,813	115,85	64,28	0,4841	

#### Anexo 4: Tabla de Datos N°4



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 24/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,82	116	64,1	0,4820	
9	1,80	115,6	64,2	0,4818	
10	1,81	115,8	64,5	0,4875	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 750
Prom.	1,814	115,88	64,38	0,4856	



## Anexo 5: Tabla de Datos N°5



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 25/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4865	
2	1,81	115,8	64,7	0,4895	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4865	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4805	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4865	
10	1,81	115,7	64,6	0,4878	
11	1,81	115,7	64,7	0,4895	
12	1,81	115,8	64,8	0,4929	
					249 050
Prom.	1,812	115,82	64,43	0,4855	

## Anexo 6: Tabla de Datos N°6



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 26/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					249 450
Prom.	1,814	115,88	64,41	0,4859	

## Anexo 7: Tabla de Datos N°7



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 27/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,6	64,2	0,4818	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	64,8	0,4915	
7	1,82	116	64,6	0,4899	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,82	116	64,4	0,4858	
10	1,81	115,8	64,5	0,4875	
11	1,82	116	63,9	0,4785	
12	1,82	116	64,1	0,4820	
					250 350
Prom.	1,813	115,85	64,38	0,4854	

## Anexo 8: Tabla de Datos N°8



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 28/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,7	0,4925	
2	1,81	115,8	64,5	0,4875	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	63,9	0,4785	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	64,7	0,4826	
7	1,82	116	64,8	0,4915	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,80	115,6	64,3	0,4826	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 500
Prom.	1,813	115,85	64,43	0,4859	

## Anexo 9: Tabla de Datos N°9



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 29/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 150
Prom.	1,814	115,88	64,41	0,4859	

## Anexo 10: Tabla de Datos N°10



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 31/07/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4836	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,4	0,4858	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					248 750
Prom.	1,814	115,88	64,41	0,4859	

## Anexo 11: Tabla de Datos N°11



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 01/08/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,6	64,2	0,4818	
2	1,81	115,8	64,5	0,4875	
3	1,82	116	64,4	0,4858	
4	1,82	116	64,8	0,4915	
5	1,82	116	64,6	0,4899	
6	1,80	115,6	64,3	0,4826	
7	1,81	115,8	64,5	0,4875	
8	1,82	116	63,9	0,4785	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,80	115,6	64,2	0,4818	
11	1,82	116	64,6	0,4899	
12	1,80	115,6	64,3	0,4826	
					249 150
Prom.	1,811	115,82	64,40	0,4856	

## Anexo 12: Tabla de Datos N°12



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 02/08/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,6	0,4899	
2	1,80	115,6	64,2	0,4818	
3	1,81	115,8	64,5	0,4875	
4	1,80	115,6	64,2	0,4818	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,82	116	64,4	0,4858	
7	1,82	116	64,8	0,4915	
8	1,82	116	64,6	0,4899	
9	1,80	115,6	64,2	0,4818	
10	1,81	115,8	64,5	0,4875	
11	1,82	116	64,4	0,4858	
12	1,82	116	64,8	0,4915	
					249 450
Prom.	1,813	115,85	64,48	0,4869	



### Anexo 13: Tabla de Datos N°13



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 03/08/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4858	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,80	115,6	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,8	0,4915	
11	1,81	115,8	64,7	0,4875	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 010
Prom.	1,812	115,83	64,43	0,4862	

## Anexo 14: Tabla de Datos N°14



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 04/08/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4858	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,80	115,6	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,8	0,4915	
11	1,81	115,8	64,7	0,4875	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 030
Prom.	1,812	115,83	64,43	0,4862	

## Anexo 15: Tabla de Datos N°15



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 05/08/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,5	0,4875	
2	1,81	115,8	64,7	0,4925	
3	1,82	116	64,4	0,4858	
4	1,80	115,6	64,3	0,4826	
5	1,81	115,8	64,5	0,4875	
6	1,80	115,6	63,9	0,4785	
7	1,82	116	64,1	0,4820	
8	1,80	115,6	64,2	0,4818	
9	1,81	115,8	64,5	0,4875	
10	1,82	116	64,8	0,4915	
11	1,81	115,8	64,7	0,4875	
12	1,82	116	64,6	0,4899	
					250 080
Prom.	1,812	115,83	64,43	0,4862	

**DATA DE CONTROL DE VARIABLES OPERATIVAS Y PRODUCCIÓN  
DESPUES DE LA MEJORA**

**Anexo 16: Tabla de Datos N°16**



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 01/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,8	0,4915	
2	1,81	115,8	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,81	115,9	65,0	0,4961	
5	1,81	115,8	65,1	0,4973	
6	1,82	116	64,9	0,4935	
7	1,82	116	65,1	0,4973	
8	1,81	115,9	65,0	0,4961	
9	1,81	115,8	64,9	0,4935	
10	1,82	116	64,9	0,4935	
11	1,82	116	64,9	0,4935	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 500
Prom.	1,816	115,93	64,96	0,4948	

## Anexo 17: Tabla de Datos N°17



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 02/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,9	0,4935	
2	1,81	115,9	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,81	115,9	65,0	0,4961	
5	1,81	115,9	65,1	0,4975	
6	1,82	116	64,9	0,4935	
7	1,82	116	65,1	0,4973	
8	1,81	115,9	65,1	0,4973	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,82	116	64,9	0,4935	
11	1,82	116	64,8	0,4915	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 750
Prom.	1,816	115,96	64,97	0,4950	

Anexos 17 Tabla de Datos N°17

## Anexo 18: Tabla de Datos N°18



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 04/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,9	0,4935	
2	1,81	115,9	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,81	115,9	65,0	0,4961	
5	1,81	115,9	65,1	0,4975	
6	1,82	116	64,9	0,4935	
7	1,82	116	65,1	0,4973	
8	1,81	115,9	65,1	0,4973	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,82	116	64,9	0,4935	
11	1,81	115,9	65,0	0,4961	
12	1,81	115,9	65,1	0,4975	
					251 850
Prom.	1,814	115,94	64,99	0,4955	

## Anexo 19: Tabla de Datos N°19



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 05/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,81	115,8	64,8	0,4925	
2	1,80	115,8	64,8	0,4926	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,82	116	65,0	0,4961	
5	1,81	115,9	64,9	0,4935	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,0	0,4961	
8	1,80	115,8	64,8	0,4918	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,80	115,8	64,8	0,4926	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 950
Prom.	1,813	115,92	64,92	0,4944	

## Anexo 20: Tabla de Datos N°20



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 06/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,8	64,8	0,4915	
2	1,81	115,9	64,9	0,4899	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,82	116	65,0	0,4961	
5	1,82	116	65,0	0,4961	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,81	115,9	64,9	0,4936	
8	1,82	116	65,0	0,4961	
9	1,80	115,8	64,8	0,4918	
10	1,81	115,9	64,9	0,4935	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 650
Prom.	1,814	115,94	64,94	0,4944	



## Anexo 21: Tabla de Datos N°21



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 07/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,81	115,9	64,9	0,4899	
2	1,80	115,8	64,8	0,4915	
3	1,81	115,9	64,9	0,4935	
4	1,82	116	65,0	0,4961	
5	1,81	115,9	64,9	0,4935	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,81	115,9	64,9	0,4936	
8	1,82	116	65,0	0,4961	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,80	115,8	64,8	0,4918	
					251 550
Prom.	1,813	115,93	64,93	0,4940	

## Anexo 22: Tabla de Datos N°22



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 08/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	65,0	0,4961	
2	1,81	115,8	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,80	115,6	64,7	0,4885	
5	1,81	115,8	64,8	0,4915	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,0	0,4961	
8	1,80	115,8	64,8	0,4915	
9	1,81	115,9	64,9	0,4936	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 150
Prom.	1,814	115,91	64,93	0,4943	

## Anexo 23: Tabla de Datos N°23



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 09/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,81	115,8	64,9	0,4935	
2	1,81	115,8	64,9	0,4935	
3	1,80	115,6	64,7	0,4885	
4	1,82	116	65,0	0,4961	
5	1,81	115,8	64,8	0,4915	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,80	115,8	64,8	0,4915	
8	1,82	116	65,0	0,4961	
9	1,81	115,9	64,9	0,4936	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,81	115,8	64,9	0,4935	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 850
Prom.	1,813	115,88	64,91	0,4938	

## Anexo 24: Tabla de Datos N°24



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 11/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	65,0	0,4961	
2	1,81	115,8	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,80	115,6	64,7	0,4885	
5	1,81	115,8	64,8	0,4915	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,80	115,8	64,8	0,4915	
8	1,82	116	65,0	0,4961	
9	1,80	115,8	64,8	0,4915	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,81	115,8	64,9	0,4935	
12	1,81	115,8	64,8	0,4915	
					251 650
Prom.	1,812	115,87	64,89	0,4935	

## Anexo 25: Tabla de Datos N°25



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 12/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	65,0	0,4961	
2	1,81	115,9	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,80	115,8	64,8	0,4915	
5	1,81	115,9	64,9	0,4935	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,0	0,4961	
8	1,80	115,8	64,8	0,4915	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 250
Prom.	1,814	115,94	64,94	0,4947	

## Anexo 26: Tabla de Datos N°26



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 13/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	65,0	0,4961	
2	1,81	115,9	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,80	115,8	64,8	0,4915	
5	1,81	115,9	64,9	0,4935	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,0	0,4961	
8	1,80	115,8	64,8	0,4915	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,81	115,9	64,9	0,4935	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,80	115,8	64,8	0,4915	
					251 450
Prom.	1,812	115,92	64,92	0,4941	

## Anexo 27: Tabla de Datos N°27



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 14/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,8	64,8	0,4915	
2	1,81	115,9	64,9	0,4935	
3	1,82	116	65,0	0,4961	
4	1,81	115,9	64,9	0,4935	
5	1,82	116	65,0	0,4961	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,0	0,4961	
8	1,80	115,8	64,8	0,4915	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,80	115,8	64,8	0,4915	
11	1,81	115,9	64,9	0,4935	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 750
Prom.	1,812	115,92	64,92	0,4941	

## Anexo 28: Tabla de Datos N°28



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 15/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	116	64,9	0,4935	
2	1,81	115,9	64,8	0,4915	
3	1,82	116	64,9	0,4935	
4	1,80	115,8	64,9	0,4935	
5	1,81	115,9	64,8	0,4935	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,1	0,4976	
8	1,80	115,8	64,9	0,4935	
9	1,81	115,9	64,9	0,4935	
10	1,80	115,8	64,9	0,4936	
11	1,81	115,9	64,8	0,4915	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					251 450
Prom.	1,812	115,92	64,91	0,4940	



## Anexo 29: Tabla de Datos N°29



EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

DIA: 16/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,82	115,9	64,9	0,4935	
2	1,81	115,8	64,8	0,4915	
3	1,82	116	64,9	0,4935	
4	1,80	115,7	64,9	0,4935	
5	1,81	115,8	64,8	0,4915	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,1	0,4976	
8	1,80	115,7	64,9	0,4935	
9	1,81	115,8	64,9	0,4935	
10	1,82	116	65,0	0,4961	
11	1,82	116	65,0	0,4961	
12	1,80	115,7	64,9	0,4935	
					251 150
Prom.	1,813	115,87	64,93	0,4942	

### Anexo 30: Tabla de Datos N°30



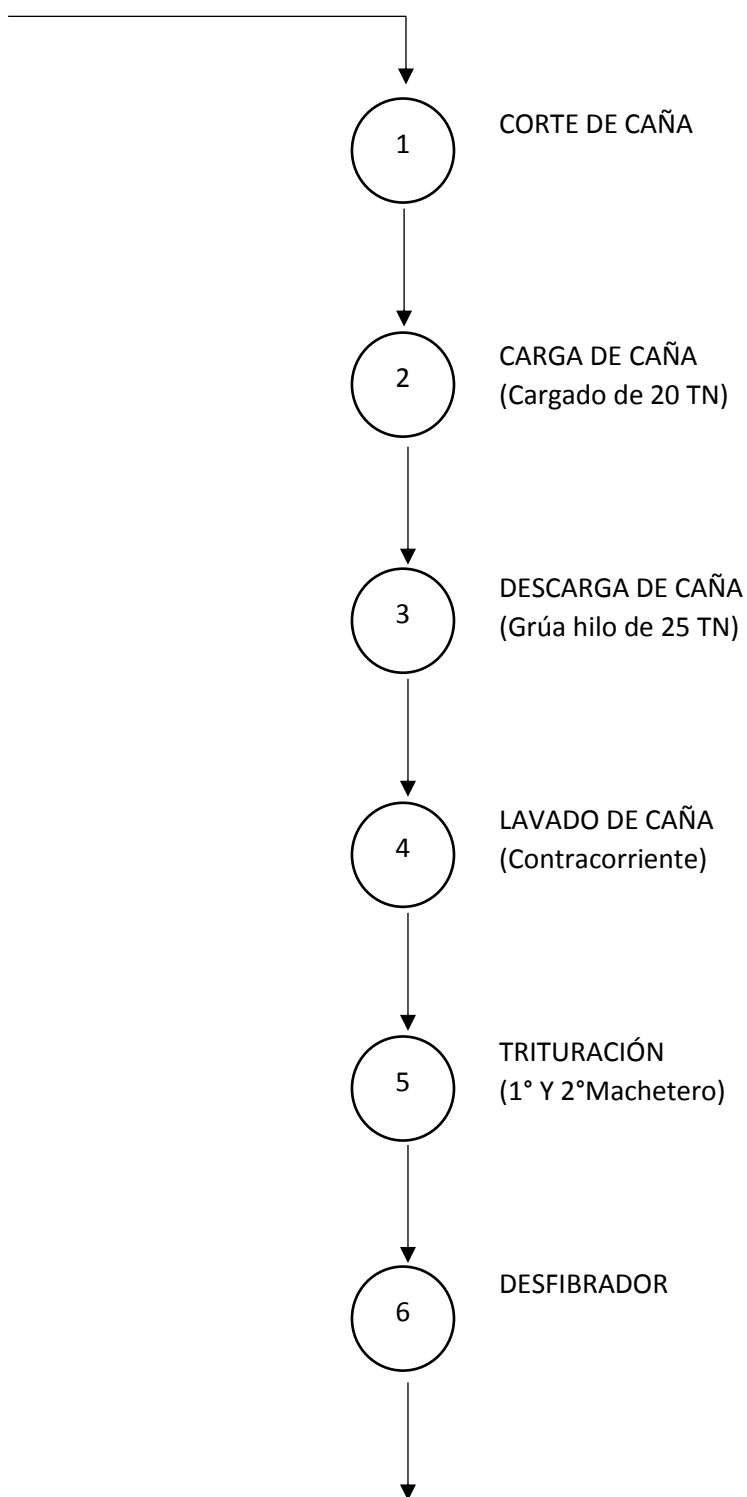
EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
SECCIÓN TACHOS

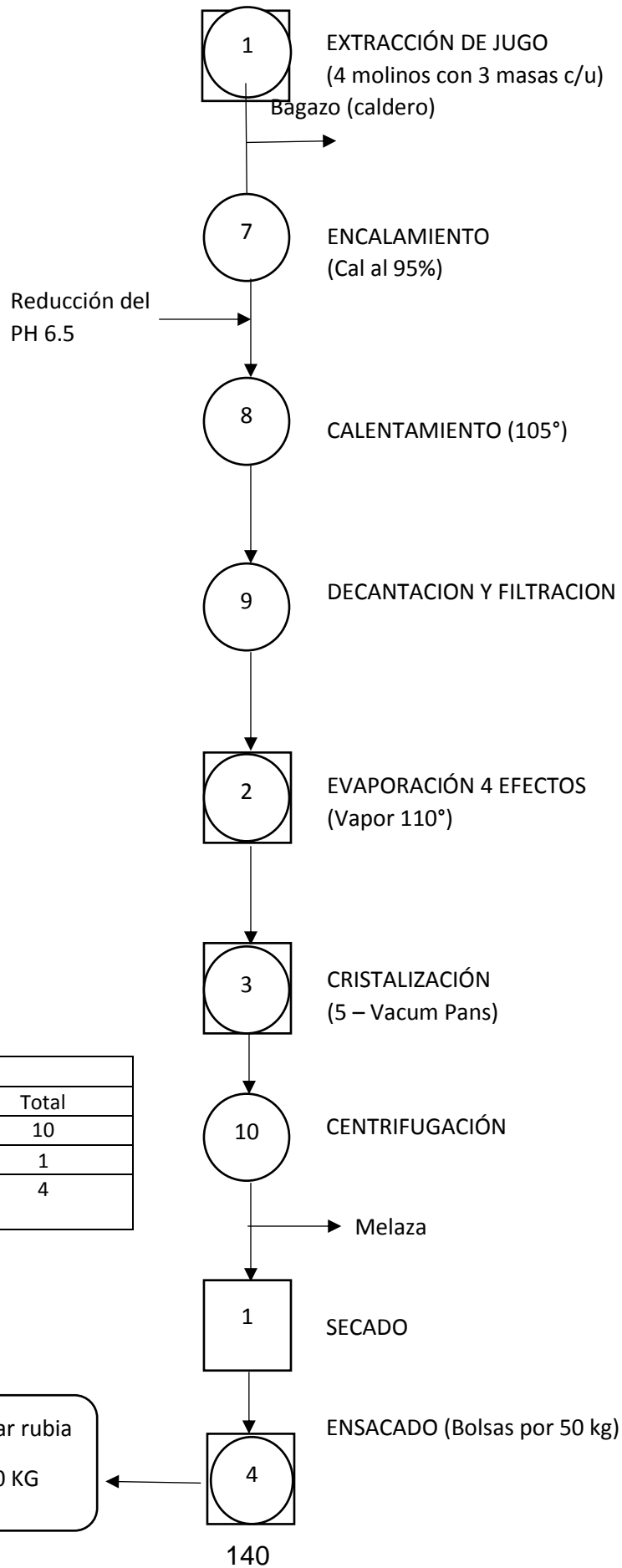
DIA: 18/09/2017

Toma	Vapor de Calefacción		Tachos		Producción de Azúcar Kgs
	P Kg/cm <sup>2</sup>	T °C	Temperatura °C	Presión Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1,80	115,7	64,9	0,4935	
2	1,81	115,8	64,8	0,4915	
3	1,82	116	64,9	0,4935	
4	1,82	115,9	64,9	0,4935	
5	1,81	115,8	64,8	0,4915	
6	1,82	116	65,0	0,4961	
7	1,82	116	65,1	0,4976	
8	1,82	116	65,0	0,4961	
9	1,80	115,7	64,9	0,4935	
10	1,80	115,7	64,9	0,4935	
11	1,81	115,8	64,9	0,4935	
12	1,82	116	65,0	0,4961	
					252 050
Prom.	1,813	115,87	64,93	0,4942	

### Anexo 31. Diagrama de Operaciones del Proceso

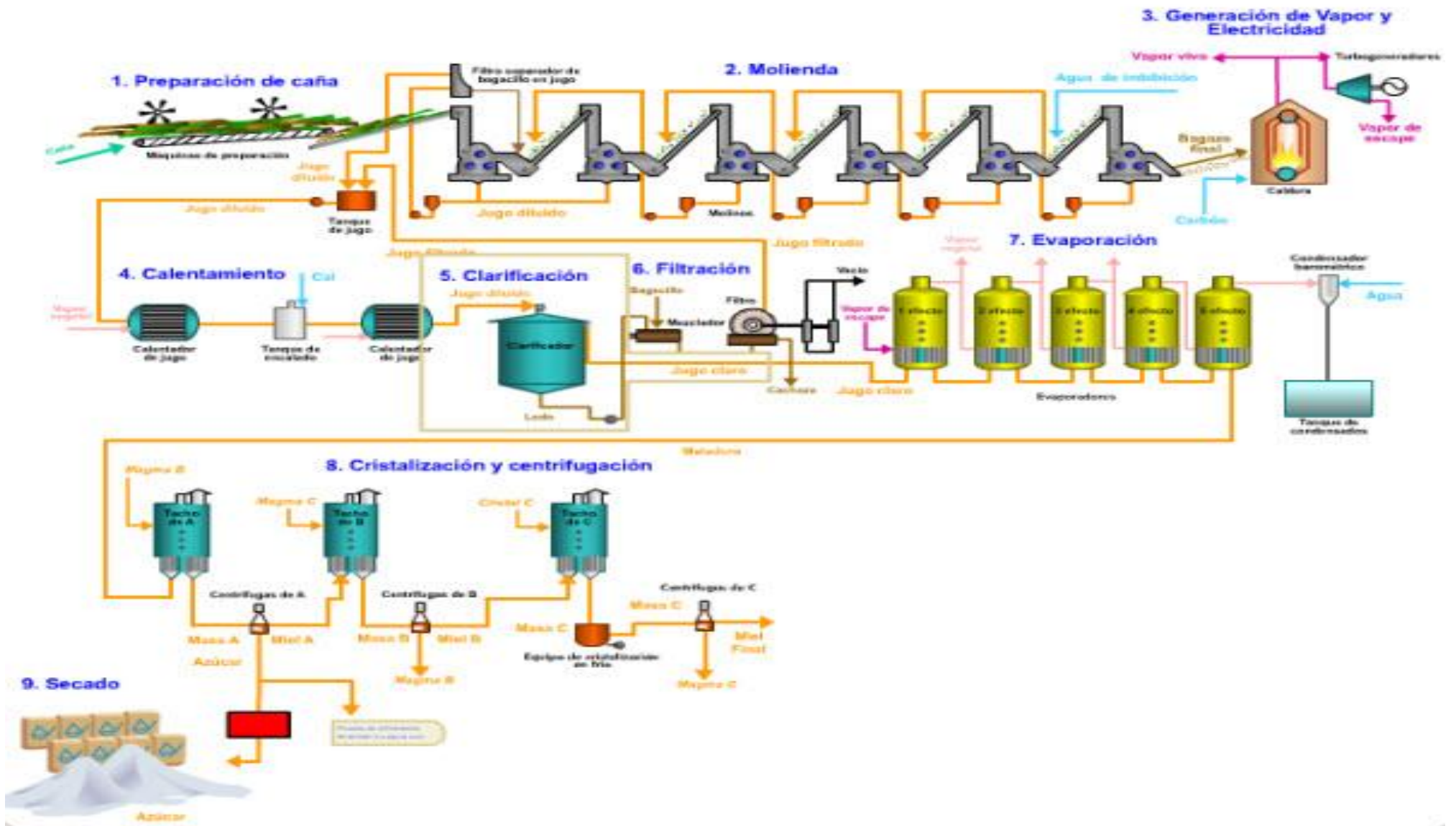
PROCESO: Elaboración de Azúcar	MÉTODO: Actual
INICIO: Recepción de caña	ANALISTA: MARTINEZ SIPAN, Pedro Raymundo
TERMINO: Envasado	FECHA: 23/05/17   HOJA: 1/2





LEYENDA	
Actividad	Total
Operación	10
Inspección	1
Operación - Inspección	4

# Anexos 32 Diagrama de Flujo de una Empresa Agraria Azucarera



### Anexos 33 Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA		
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
GENERAL	GENERAL	GENERAL
¿De qué manera la mejora de los parámetros de control incrementará la productividad en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?	Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la productividad en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.	La mejora de parámetros de control contribuye a incrementar la productividad en el proceso de cristalización en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS
¿De qué manera la mejora de los parámetros de control incrementará la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?	Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.	La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficacia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.
¿De qué manera la mejora de parámetros de control incrementará la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017?	Determinar cómo la mejora de parámetros de control incrementará la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.	La mejora de los parámetros de control contribuye a incrementar la eficiencia en el proceso de cristalización de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. en el 2017.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: MEJORA PARAMETROS DE CONTROL	Parámetros puede ser definido como una unidad de medida que sirve como modelo, guía o patrón con base en la cual se efectúa el control. Estos representan el estado de ejecución deseado, de hecho, no son más que los objetivos definidos de la organización. (Instituto uruguayo de Normas Técnicas, 2009)	Son parámetros utilizados para regular la presión y temperatura en el proceso de cristalización en el proceso de producción de azúcar.	PRESION	- $P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$ n=12	KLG/CM <sup>2</sup>
			TEMPERATURA	- $T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ n=12	GRADOS CELSIOS
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	La mejora de la producción se encarga de optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente. FLORES, María (2010)	La producción es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos, y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia.	EFICIENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Eficiencia</li> </ul> $E = \frac{\text{produccion lograda}}{\text{recursos utilizados}}$	RAZON
			EFICACIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Eficacia</li> </ul> $E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{produccion programada}}$	RAZON

**Anexos 34 – Matriz de Operacionalización**

Anexos 35 - Juicio de Expertos N°1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>							
3	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{recursos utilizados}} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>							
4	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{produccion programada}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*si hay*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable       Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: *Guido Trujillo Urbalino*      DNI: *75570359*

Especialidad del validador: *Metodología y estadística*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

*Dr* de *11* del 2017  
 Mg. Guido Trujillo Valdivieso  
 Especialista en Diseño y Desarrollo de Investigación y Estadística  
 Firma del Experto Informante.





CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MEJORA DE PARAMETROS DE CONTROL

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Presión  $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$ $n=12$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Temperatura	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ $n=12$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Guido Trujillo Veloz DNI: 25570359

Especialidad del validador: Metodología y Estadística

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22 de 11 del 2017

*[Firma]*  
 Mgtr. Guido Trujillo Veloz  
 Especialista en Diseño y Desarrollo  
 Investigación y Estadística  
 Firma del Experto Informante.

Anexos 36 - Juicio de Expertos N°2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MEJORA DE PARAMETROS DE CONTROL

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Presión  $\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$ n=12	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2 Temperatura  $\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ n=12	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [✓]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Jorge Rafael Dumont    DNI: 08098815

Especialidad del validador: Ing. Industrial

9 de 11 del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

JORGE RAFAEL DIAZ DUMONT  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 Reg. CIP N° 43232

Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sub>1</sub>		Relevancia <sub>2</sub>		Claridad <sub>3</sub>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>							
3	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{recursos utilizados}} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>							
4	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{produccion programada}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]  
 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. JORGE DIAZ DUMONT    DNI: 08698815  
 Especialidad del validador: IND - INDUSTRIA

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

  
 JORGE RAFAEL DIAZ DUMONT  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 Reg. CIP N° 43232

9 de 11 del 2017

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

\_\_\_\_\_  
 Firma del Experto Informante.

Anexos 37 - Juicio de Expertos N°3



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sub>1</sub>		Relevancia <sub>2</sub>		Claridad <sub>3</sub>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>							
3	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{recursos utilizados}} \times 100$							
	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>							
4	$E = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{produccion programada}} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): E pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: mg Leonardo Rodríguez      DNI: 06535052

Especialidad del validador: Dr. Profesor Teórico y Práctico

.....de.....del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....  
**Firma del Experto Informante.**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1 Presión</b>  $\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$ $n=12$	x		x		x		
	<b>DIMENSIÓN 2 Temperatura</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ $n=12$	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**
*E suficiente*
**Opinión de aplicabilidad:**    Aplicable []    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

**Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:** *Dr. Rogelio Torres* ..... **DNI:** *06030412* .....

**Especialidad del validador:** *Dr. Pradyy alpu* .....

.....de.....del 2017

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**Firma del Experto Informante.**



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de los Parámetros de Control para Incrementar la Productividad en el Proceso de Cristalización en la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A - 2017

#### TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

#### AUTOR:

Martínez Sipán, Pedro Raymundo

#### ASESOR

Mg. Rodríguez Alegre, Lino Rolando

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCCION

LIMA - PERU

2017



#### Resumen de coincidencias

# 21 %

Coincidencia 1 de 13  
Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

#### Coincidencias

21	1	www.pluraheraldo.net	1 %
		Fuente de Internet	
	2	www.enbuenasmanos...	1 %
		Fuente de Internet	
	3	calderasmanos.blog...	1 %
		Fuente de Internet	
	4	www.lansa.cl	1 %
		Fuente de Internet	
	5	repositorioacademico...	1 %
		Fuente de Internet	
	6	ds.slideshare.net	1 %
		Fuente de Internet	
	7	Entregado a Universitat...	1 %
		Trabajo del estudiante	
	8	www.bvl.com.pe	1 %
		Fuente de Internet	
	9	investigacion.uson.mx	1 %
		Fuente de Internet	
	10	www.scielo.cl	1 %
		Fuente de Internet	
	11	www.automatizando.c...	1 %
		Fuente de Internet	
	12	juanmherrerapuerto.bl...	<1 %

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: “Mejora de los Parámetros de Control para Incrementar la Productividad en el Proceso de Cristalización en la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A - 2017”, del estudiante MARTINEZ SIPAN, PEDRO RAYMUNDO; tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 Junio del 2018



  
**Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS**  
 Coordinador de Investigación de la EP de  
 Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**FORMATO DE SOLICITUD**

SOLICITA: EMPASTADO DE TESIS

ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL / EMPRESARIAL

PEDRO RAYMUNDO MARTINEZ SIPAN con DNI N° 71276142

Domiciliado (a) en AV. CINQUENTENARIO #573 - HUALMAY - HUACHO  
(Calle / lote / Mz. / Urb. / Distrito / Provincia / Región)

Ante Ud. con el debido respeto expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción: ..... del programa: .....  
(Periodo)

..... identificado con el código de matrícula N° 6700251391  
(Código del alumno)

de la Escuela de Pre- grado, recorro a su honorable despacho para solicitarle lo siguiente:

APROBACIÓN DE EMPASTADO DE TESIS



Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, ..... de JUNIO ..... de 2018.

  
.....  
(Firma del solicitante)

Documentos que adjunto:

- a. ....
- b. ....
- c. ....

cualquier consulta por favor comunicarse al:

Teléfono: 997671500  
Email: dtms\_2593@hotmail.com





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
Martinez Sipán Pedro Raymundo
D.N.I.: 71276142
Domicilio: Av. Cincuentenaria H.573- Hualmay
Teléfono: Fijo: (01) 4745-5496 Móvil: 997671300
E-mail: p.r.m.s.\_2593@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:
[X] Tesis de Pregrado
Facultad: Ingeniería
Escuela: Industrial
Carrera: Ingeniería Industrial
Título: Ingeniero Industrial
[ ] Tesis de Post Grado
[ ] Maestría [ ] Doctorado
Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Martinez Sipán Pedro Raymundo
Título de la tesis:
Mejora de los parámetros de control para incrementar la productividad en el proceso de cristalización en la empresa Azucarera Andahuasi S.A.A. - 2017
Año de publicación: 2017

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [ ]

Firma: [Signature]

Fecha: 11/07/2018