



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
**Laureate International Universities**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ASPIRACIÓN BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN  
MANUFACTURING EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN,  
PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN  
EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTO  
BALANCEADO ACUÍCOLA.**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**  
**Bach. GAMARRA MARINO HÉCTOR DIEGO**

**ASESOR:**  
**Ing. Ramiro Mas Mc Gowen**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2016**

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración el Proyecto intitulado:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASPIRACIÓN BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN, PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTO BALANCEADO ACUÍCOLA”**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de noviembre del año 2015 a mayo del año 2016, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

---

Bach. Gamarra Marino Héctor Diego

## LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

---

Ing. Ramiro Mas Mc Gowen

Jurado 1:

---

Ing. Marcos Baca López

Jurado 2:

---

Ing. Oscar Goicochea Ramirez

Jurado 3:

---

Ing. Rafael Castillo Cabrera

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PRESENTACIÓN .....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
CAPÍTULO 1 .....	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Formulación del problema .....	5
1.3. Hipótesis .....	5
1.3.1. Diseño de contrastación .....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General:.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	6
1.5. Justificación .....	6
1.5.1. Justificación Teórica:.....	6
1.5.2. Justificación Práctica:.....	6
1.5.3. Justificación Valorativa: .....	6
1.5.4. Justificación Académica:.....	7
1.6. Tipo de investigación.....	7
1.7. Diseño de la investigación .....	7
1.8. Variables .....	7

1.8.1. Variable Independiente: .....	7
1.8.2. Variable Dependiente .....	7
1.9. Operacionalización de Variables .....	8
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>9</b>
<b>MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>9</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>10</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	10
2.1.1. Internacionales .....	10
2.1.2. Nacionales.....	11
2.1.3. Locales .....	11
2.2. Base Teórica.....	12
2.2.1. Lean Manufacturing.....	12
2.2.2. Proceso de Extrusión y productos .....	20
2.2.3. Capacidad de Producción: .....	27
2.3. Definición de Términos.....	47
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>50</b>
<b>DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL .....</b>	<b>50</b>
<b>3. DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL .....</b>	<b>51</b>
3.1. Descripción General de la Empresa .....	51
3.1.1. Reseña Histórica.....	51
3.1.2. Cultura Organizacional .....	55
3.1.3. Visión.....	55
3.1.4. Misión .....	55
3.1.5. Valores.....	55
3.2. Descripción del área objetivo .....	56
3.2.1. Descripción General.....	56

3.2.2.	Diagrama de Causa – Efecto ISHIKAWA .....	60
3.2.3.	Descripción Específica .....	61
3.3.	Identificación del problema e indicadores actuales.....	63
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>64</b>
<b>SOLUCIÓN PROPUESTA</b>	.....	<b>64</b>
<b>4. SOLUCIÓN PROPUESTA</b>	.....	<b>65</b>
4.1.	Solución Propuesta.....	65
4.1.1.	VSM (Value Stream Mapping) .....	65
4.1.2.	SISTEMA DE ASPIRACIÓN .....	68
4.1.3.	TPM .....	73
4.1.4.	SMED .....	77
4.1.5.	ANDON .....	85
4.1.6.	LAYOUT FINAL .....	87
<b>CAPÍTULO 5</b>	.....	<b>88</b>
<b>IMPACTO ECONÓMICO</b>	.....	<b>88</b>
<b>5. IMPACTO ECONÓMICO</b>	.....	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO 6</b>	.....	<b>90</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	.....	<b>90</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	.....	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 7</b>	.....	<b>92</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>92</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>93</b>
7.1.	CONCLUSIONES .....	93
7.2.	RECOMENDACIONES .....	93
<b>CAPÍTULO 8</b>	.....	<b>94</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>94</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>97</b>
<b>9.1. ANEXO A - DOSIFICACIÓN.....</b>	<b>97</b>
<b>9.2. ANEXOB-EXTRUSIÓN.....</b>	<b>98</b>
<b>9.3. ANEXO C.....</b>	<b>99</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama simplificado de proceso .....	3
Gráfico 2 Siete Desperdicios .....	14
Gráfico 3 Pasos para un mapeo de procesos .....	18
Gráfico 4. Diagrama de flujo- Extrusión .....	21
Gráfico 5. Economías de Escala .....	35
Gráfico 6. Ejemplo economías de escala .....	37
Gráfico 7. Cuello de botella .....	41
Gráfico 8. Ampliaciones de Capacidad .....	45
Gráfico 9 LAYOUT actual capacidades extrusión .....	59
Gráfico 10 Diagrama de Causa-Efecto.....	60
Gráfico 11 Diagrama Pareto- Causas raíz.....	61
Gráfico 12 VSM ACTUAL - Extruido.....	66
Gráfico 13 VSM FUTURO - Extruido.....	67
Gráfico 14 Sistema de dosificación de mezcla .....	69
Gráfico 15 Sistema de aspiración.....	71
Gráfico 16 Formato de inspección de fallas .....	76
Gráfico 17 Participación de cada operación de preparación de extrusora .....	79
Gráfico 18 Proporción de operaciones externas e internas.....	80
Gráfico 19 Comparación operaciones internas y externas "Antes y Después" .....	82
Gráfico 20 Diagrama de Gantt inicial.....	83
Gráfico 21 Diagrama de Gantt final .....	84
Gráfico 22 Layout Final Extrusión .....	87



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	8
Tabla 2 Ejemplo actividades que agregan valor.....	13
Tabla 3 Niveles de Desperdicios.....	16
Tabla 4 Leyenda de diagrama de flujo.....	23
Tabla 5 Descripción diagrama de flujo.....	24
Tabla 6 Lista de productos macrofeed Trucha.....	26
Tabla 7. Lista de productos Origin Camarón.....	26
Tabla 8 Lista de productos Origin Trucha.....	26
Tabla 9: Tiempo de paradas por causa raíz.....	61
Tabla 10 Indicadores actuales.....	63
Tabla 11 Disponibilidad.....	65
Tabla 12 Actividades TPM.....	73
Tabla 13 OEE.....	75
Tabla 14 Código de fallas.....	77
Tabla 15 Tiempos de preparación de cada operario.....	78
Tabla 16 Tiempos de preparación de extrusora.....	78
Tabla 17 Operaciones de preparación internas y externas.....	80
Tabla 18 Perfeccionamiento de operaciones de preparación interna.....	81
Tabla 19 Actividades de Set-up antes de mejora.....	83
Tabla 20 Actividades de Set-up después de mejora.....	84
Tabla 21 Características tablero ANDON.....	85
Tabla 22 Costo por Tonelada y participación de producción.....	89
Tabla 23 Flujos económicos.....	89

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general la implementación de un sistema de aspiración basado en la metodología Lean Manufacturing en el proceso de extrusión para aumentar la capacidad de producción en una empresa productora de alimento balanceado acuícola.

La realidad problemática observada evidencia que el cuello de botella del proceso de producción es el área de dosificación de mezcla, la cual se ve afectada por constantes paradas por atoros en formulación complementándose con baja capacidad de envío de batch de mezcla. Lo mencionado anteriormente ocasiona que en la etapa siguiente del proceso (Extrusión) también se originen tiempos de espera por cambio de formato (Falta de mezcla) y una limitante en función de su capacidad de producción.

Producto del análisis de la realidad problemática se implementó un sistema de aspiración, el cual elimina las paradas por atoros en formulación y permite aumentar la capacidad de envío de batch de mezcla. Esto, sumado a las técnicas Lean aplicadas VSM, la cual permitió el mapeo de las actividades que no generan valor antes y después del problema; SMED, la cual permitió la reducción de tiempos por cambios de formato en la extrusión; TPM, brindando indicadores OEE y disponibilidad asociado al programa de capacitación sobre sistema de aspiración y ANDON, la cual advertirá mediante señales visuales al operador las situaciones anormales que permitan tomar medidas correctivas necesarias, permitieron aumentar la capacidad de producción en 33%, reducir tiempo de cambio de formato de 210.44 minutos a 38.47 minutos, aumentar disponibilidad en dosificación de 88% a 95% y en extrusión de 77% a 79%, aumentar OEE de 60% a 71% y capitalizar ahorro mensual por más de 120,979.73 USD.

## ABSTRACT

This work had as general objective the implementation of a suction system based on Lean Manufacturing in the extrusion process to increase production capacity in a company producing aquaculture balanced food.

The problem actually observed evidence that the bottleneck of the production process is the mixing dosing area, which is affected by constant stops by obstructions in formulation complementing low deliverability of batch mixing . The above causes in the next step of the process ( extrusion ) timeouts also originate by reformatting ( Lack of mixture ) and a limitation in terms of its production capacity

Product analysis of the problematic reality a suction system , which eliminates downtime by atoros in formulation and can increase the deliverability of batch mixing was implemented. This, coupled with lean techniques applied VSM , which allowed the mapping of activities that do not generate value before and after the problem ; SMED , which allowed the reduction of time for format changes in extrusion ; TPM , providing OEE indicators and availability associated with the training program intake system and Andon , which warned by visual signals the operator to abnormal situations that allow taking necessary corrective measures , allowed to increase the production capacity by 33 % , reduce time 210.44 reformatting minutes to 38.47 minutes, increasing availability in dosage of 88 % to 95% and extrusion 77 % to 79% , increase OEE from 60 to 71% and capitalize monthly savings \$ 120.979.73

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

# **CAPÍTULO 8**

# **BIBLIOGRAFÍA**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Villaseñor Contreras, G. C. (2011). *Manual de Lean Manufacturing, Guía básica*. Monterey.
- Martín Oscar Adler. (2011). *Producción & Operaciones*. Macchi.
- Thomas E. Vollman, William L. Berth. (2010). *Planeación y Control*. Quinta Edición.