

Proyecto de Ingeniería de Procesos del área de Faenamiento de Planta Procesadora de Cerdos

Nombre de Autor(es) ^{(1) (2) (3) (4) *}

Gonzalo Javier Espinoza Astudillo

Facultad de Ingeniería Mecánica

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

gonzo_espinoza@hotmail.com

Resumen

La Industria Porcina en el Ecuador mantiene un potencial de desarrollo que muy pocas empresas se han atrevido hasta la fecha explorar. Es así que el presente artículo resume la investigación realizada en la Planta Procesadora de Cerdos con fines de determinar los puntos de mejoras factibles en el proceso de Faenamiento y sobre estos proponer las soluciones que satisfagan los requerimientos para convertirse una industria con altos niveles de calidad y productividad y alcanzar un status de clase mundial brindando al consumidor final un producto confiable y sano, de precio justo y disponible cuando el cliente lo requiera. Los resultados obtenidos muestran claramente que el impacto en las operaciones a partir de la implantación de las mejoras propuestas es verdaderamente significativo, traduciéndose en márgenes de ahorro importantes y permitiendo llegar a incluir Sistemas de Gestión que aporten a un proceso productivo mas consiente, seguro y responsable. Las condiciones favorables del mercado, las nuevas tecnologías y un instinto investigativo constante deben ser los referentes para que organismos relacionados, personas naturales y autoridades promuevan en interés en este sector que presenta grandes oportunidades.

Palabras Claves: *Oportunidad, Visión Estratégica, Competitividad, Responsabilidad*

Abstract

The Pork Industry in Ecuador has a development potential that few companies haven't dare to explore yet. Thus, this article summarizes the research that the Pig Processing Plant has made to determine the points of feasible improvements in the slaughtering process and the proposal solutions to meet the requirements to become an industry with high quality and productivity to achieve a world class status by providing the costumer a reliable, healthy, fair price and available products when the client requires. The results show clearly that the impact on operations from the implementation of the proposed improvements is truly significant, resulting in major savings and allowing to including management systems that contribute to a more conscious, responsible and safe productive process. Market conditions, new technology and constant research instinct should be the referent for related agencies, individuals and authorities to promote interest in this sector with great opportunities.

Keywords: *Oportunity, Estrategy Vision, Competitive, Responsibility.*

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

La compañía Procesadora Nacional de Alimentos está conformada de una manera integral en varias Unidades Estratégicas de Negocio, entre los cuales se tiene el Negocio Porcino. El mercado ecuatoriano reconoce y exige un producto con los más altos estándares de calidad y atributos diferenciadores que agregan valor dentro de la promesa de la compañía hacia el cliente. (Ver Figura 1. Mercado objetivo).

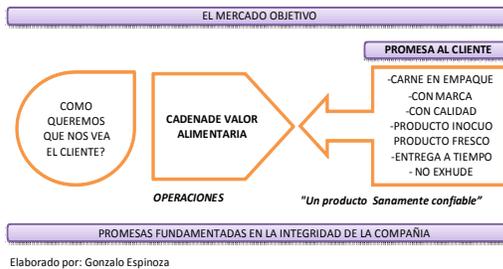


Figura 1. Mercado Objetivo

1.2. Ubicación y Localización

Santo Domingo de los Tsáchilas. La planta procesadora se encuentra ubicada a pocos Km de la vía a Quininde. (Ver Plano 1. Ubicación).



Plano 2. Ubicación

1.3. Materia Prima

Cerdo en Pie(vivo), estos se clasifican en :

Cerdo Descarte, es el cerdo que no cumple con el peso según su edad; Cerdo Comercial, (120 kg.en165 días de vida.); Cerdo Reproductor, son los cerdos madres y padres que cumplieron su ciclo reproductivo. Su peso promedio es de 250 kg en 3 años de vida.

1.4. Procesos Productivos

El Pesaje
Desembarque
Ducha y traslado al brete de aturdimiento
Degüelle y desangre
Escaldado
Pelado o remoción de cerdas
Chamuscado: Quema las cerdas residuales
Pelado a mano: Operación manual con cuchillo
Eviscerado: Se extrae los intestinos o vísceras
Lavado de vísceras: retira el contenido intestinal.
Lavado de vísceras rojas
Corte central del cerdo
Registro, medición de grasa dorsal y clasificación de canales
Corte parcial de cabeza y patas delanteras
Limpieza externa de canal / lavado final
Almacenamiento: 7°C, en un plazo máx. de 24 horas

1.5. Análisis FODA

El análisis FODA visualiza los factores externos e internos que afectan a la organización, y por ende formula estrategias y/o propuestas de cambios que conlleven al logro de los objetivos planteados.

1.6. Organización

1.6.1. Estructura Orgánica

Gerente de Planta-Jefe de Produccion-Supervisor de Produccion-Operativos

1.6.2. Estructura Funcional

Gerente de Planta-Jefe de Produccion-Supervisor de Produccion-Asistente de supervisor-Operativos

1.7. Justificativos

Demostrar que por medio de un estudio de reingeniería de procesos, se puede lograr ventajas competitivas, optimizar los recursos y aprovechar oportunidades de crecimientos en la producción y en el mercado.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivos Generales

Implantar mejoras productivas operacionales en la línea de Faenamiento de cerdos, con el cumplimiento de normas ISO 22.000, ISO 14.000, SART y de

Bienestar Animal, acoplado a lo largo de toda la cadena de valor.

1.8.2. Objetivos Específicos

Diseñar un sistema de producción que apunte al incremento de la productividad y optimización de recursos. Fomentar la implantación, de los sistemas de gestión normados, creando una cultura de calidad y mejora continua en el personal.

1.9. Metodología

Contempla fases desde el Descriptivo de la situación Inicial, hasta la Implantación de la propuesta, Conclusiones y/o Recomendaciones. Incluye el diseño experimental, las variables observadas y fuentes secundarias.

1.10. Marco Teórico

Proceso que determina un juicio de valor sobre el sistema operativo actual con que cuenta el proceso de Faenamiento. Se considera las particularidades, necesidades, posibilidades e intereses de cada componente.

1.11. Marco Regulatorio

Interviene en sus respectivos campos el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Salud Pública, entre otros.

2. Situación Actual

2.1 Generalidades de la Producción

En un esquema simple el proceso de Faenamiento se representa en la figura 2 y en la Tabla 1 los datos históricos de producción.

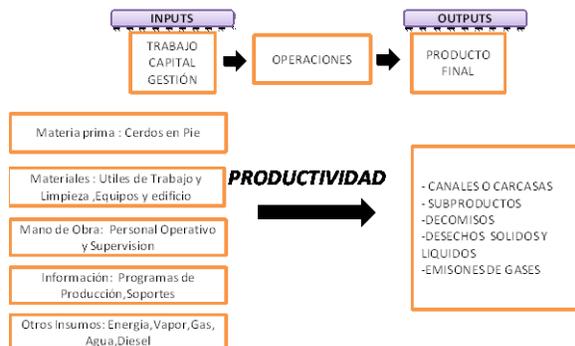


Figura 2. Entradas y Salidas. Faenamiento

Tabla 1. Datos Históricos de Producción

Datos Históricos de Producción					
Períodos (n)	1	2	3	4	5
1. Indicadores de producción	1998	1999	2000	2001	2002
1. Cerdos procesados (unidades)	49,026.0	71,883.0	96,802.0	93,241.0	151,142
2. Peso en pie (Kg totales)	4,458,424.4	6,403,337.6	8,440,166.4	8,151,128.2	14,705,723
Peso en pie (Kg/cerdo)	90.9	89.1	87.2	87.4	97
Número de días procesados	257	257	257	256	257
Número de Cerdos/día	191	280	377	363	588
Crecimiento acumulado comparado al año 1998					
% Crecimiento (cerdos)		46.6%	97.5%	90.2%	208.3%
% Crecimiento (Kg)		43.6%	89.3%	82.8%	229.8%
Crecimiento Anual comparado al periodo inmediato anterior					
% Crecimiento (cerdos)		46.6%	34.7%	-3.7%	62.1%
% Crecimiento (Kg)		43.6%	31.8%	-3.4%	80.4%

2.1.1 Inventario de los Procesos

En el proceso de Faenamiento, existen 33 actividades, 5 áreas funcionales, 3 diferentes categorías de funciones.

2.1.2 Diagramas de los Procesos

Las técnicas de representar gráficamente los procesos son: El diagrama de las operaciones, El diagrama de recorridos, y el diagrama de análisis de las operaciones; estos servirán como herramientas de análisis.

2.1.3 Diagramas de las Operaciones

Representa una distribución real de operaciones en áreas inter-relacionadas. La Tabla 2 muestra el resumen del Diag. de Operaciones

Tabla 2. Resumen de Diag. de Operaciones

SIMBOLOGIA		AREAS		
		Faenado	Lav. Visceras	Lav. Patas
○	Operación	17	2	1
→	Transporte	9	1	1
□	Inspección	3	1	0
D	Demora	0	0	0
▽	Almacenamiento	4	0	1
		33	4	3

2.1.4 Diagramas de Recorrido

Ayuda a determinar la secuencia lógica y racional del movimiento de la materia prima (cerdo)

2.1.5 Diagramas de Análisis de las Operaciones

Determina métricas para la valoración de cada una de las actividades. Las tablas 3 , 4 y 5 resumen lo valorado en los procesos de Faenamiento, Lavado de Vísceras y Lavado de patas respectivamente.

Tabla 3. Faenamiento **Tabla 4.** Lav. de Vísceras

RESUMEN	METODO ACTUAL	
	NUMERO	TIEMPO
	17	10.88
	9	3.6758
	3	0.6912
TOTAL	29	15
	0	0
	4	585
Distancia	140.22	

RESUMEN	METODO ACTUAL	
	NUMERO	TIEMPO
	2	3.6054
	1	0.0339
	1	0.25
TOTAL	4	3.889
	0	0
	0	0
Distancia	12.36	

Tabla 5. Faenamiento

RESUMEN	METODO ACTUAL	
	NUMERO	TIEMPO
	1	0.3533
	1	0.0153
	0	0
TOTAL	2	0.369
	0	0
	1	0.0103
Distancia	40	

2.2 Capacidad y Balance de Línea

Se determina la eficiencia operacional a través del grupo o elementos que funcionan como una sola unidad de trabajo. Con 26 operarios directos se tiene una eficiencia del 62.1% y una capacidad teórica de 71 cerdos/hora.

2.3 Capacidad de Almacenamiento

Las diferentes capacidades de almacenamiento, determina que el proceso no estaba balanceado para una demanda de 588 cerdos/día.

2.4 Indicadores de Gestión

Muestran niveles de productividad y calidades bajos obtenidas en las condiciones de ese entonces, existe una pobre optimización de recursos y elevados índices de accidentes y días de reposo.

2.5 Distribución de Planta

Corresponde propiamente a un proceso repetitivo, y que trabaja con una producción por lote único (unidad), es decir el material viaja por cada estación de trabajo. Existen contraflujos y el área es reducida.

2.6 Maquinarias y Herramientas

EL bajo porcentaje de eficiencia de los equipos, demuestran la sub-utilización de los mismos. Se tienen eficiencias que van desde 43% al 70% de utilización.

2.7 Sistemas de Gestión

Actualmente, la planta de cerdos no cuenta con Sistemas de Gestión de Normas Internacionales, tales como: Sistema de Calidad (ISO 9001), Sistema de Inocuidad (ISO 22000), Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional (ISO 18001), Gestión Medioambiental (ISO 14001).

2.8 Seguridad Industrial

2.8.1 Equipos de Protección Personal

La empresa dota de EPP al personal (Orejas, Botas), pero se administran sin un estudio respectivo de seguridad industrial.

2.8.2 Ergonomía del Trabajo

Infraestructura y distribución de planta crítica, con condiciones restringidas, que generan efectos ergonómicos en las personas que allí laboran.

2.9 Mantenimiento

Existen continuas paradas de producción. La gestión de mantenimiento preventivo y el control de proceso era insuficiente.

2.10 Medio Ambiente

2.10.1 Desechos Líquidos y Sólidos

No se cuenta con Sistema de Gestión de Medio Ambiente totalmente concienciado. Las aguas residuales y los desechos orgánicos representaban un gran problema para su disposición final.

2.10.1 Características Aguas Residuales

El receptor final de las aguas residuales es el río Blanco, el cual se encuentra ubicado muy cerca de la planta procesadora y se descarga un volumen anual de 52.215 m³.

2.10.1 Emisiones Atmosféricas

No se ha realizado una auditoría o estudio de emisión de gases para poder corregir los problemas desde la fuente.

2.11 Bienestar Animal

Concepto que implica brindar al cerdo las condiciones necesarias para mejorar su estado anímico, de salud, y sobretodo fomentar el respeto a la vida. Controlar los signos de estrés por la importancia en la calidad de carne final es clave. La tabla 6 muestra las cifras de ese entonces.

Tabla 6. Métricas de Bienestar Animal

PARAMETROS	óptimo	2002
ANIMALES MUESTREADOS		5400
% CERDOS MUERTOS CARRO MÁS CORRAL	0.0%	0.16%
% CERDOS AGITADOS	1.0%	3.40%
ANIMALES SENSIBLE	0.0%	6.80%
POSICION DE ELECTRODO	1.0%	2.00%
CAIDA DESDE CORRALES HACIA EMBUDO	1.0%	3.17%
RESBALONES DESDE CORRALES HACIA EMBUDO	3.0%	2.14%
VOCALIZACION POR ELECTRODO CALIENTE	1.0%	0.67%
VOCALIZACIONES CORRALES	25.0%	30.10%

3. Análisis Operacional y sus Impactos

3.1 Problemas existentes en el área de faenamiento.

Se pueden mencionar los más relevantes: Alto índice de merma, Manejo inadecuado de desechos orgánicos y aguas residuales, Procesos no alineados a Sistemas de Gestión, Carne, PSE pálida, suave y exudativa, Desgaste de equipos-Elevado esfuerzo físico, Diseño de flujo intermitente .

3.2 Diagrama Causa Efecto

Muestra las causas que provocan la baja productividad, prioriza y dar un enfoque más técnico a las posibles alternativas de solución. Ver figura 5 de Diagrama Causa efecto.

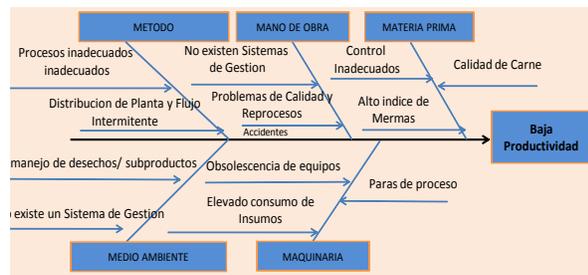


Figura 3. Diagrama Causa -Efecto

3.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto identificará los pocos elementos claves, en contraposición a los numerosos elementos cuya importancia es menor. Ver figura 6 Diagrama de Pareto.

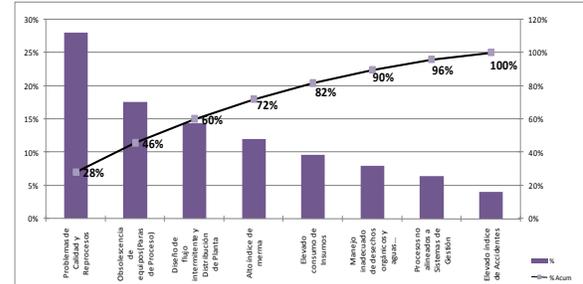


Figura 4. Diagrama de Pareto

3.4 Matriz de Calificación

Conjuga su nivel de peso de los elementos claves , hacia los valores para los cuales la compañía orienta sus resultados. Ver Tabla 7 Matriz de calificación y Priorización.

Tabla 7. Matriz de Calificación y Priorización

	PRIORIDAD
Obsolescencia de equipos(Paras de Procesos)	1
Problemas de Calidad y Reprocesos	2
Alto índice de merma	3
Procesos no alineados a Sistemas de Gestión	4
Elevado consumo de Insumos	5
Diseño de flujo intermitente y Distribución de Planta	6
Elevado índice de Accidentes	7
Manejo inadecuado de desechos orgánicos y aguas residuales	8

3.5 Oportunidades de Mejora

Se pueden mencionar las más relevantes: Reducción de reprocesos, Mejoría en la calidad y reducción de mermas. Racionalización en el diseño del proceso, Implementación de nuevos equipos y tecnología para proceso de faenado. (Mecanización).

3.6 Problemas Relevantes-Priorización

Es notoria la importancia de una urgente reestructuración de los procesos del área de Faenamiento en lo referente a la tecnología utilizada, las prácticas operacionales y los controles de procesos respectivos. Referencia Tabla 7.

3.7 Alternativas de Solución Propuestas

No solo se deben tomar en cuenta el punto de vista tecnológico, también debe valorarse los aspectos sociales como se aprecia en la figura 5 Diseño Organizacional.

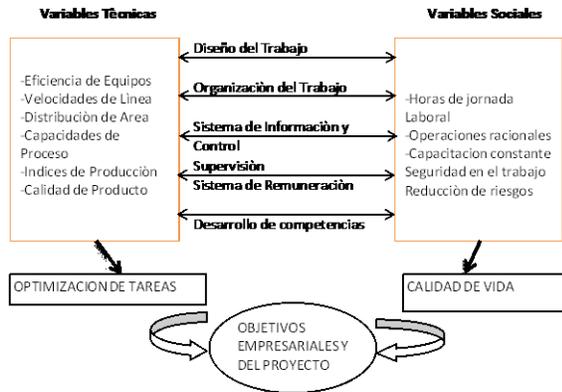


Figura 5. Diseño Organizacional

Alternativa 1: Contar con 2 turnos de producción, duplicar la mano de obra acarreado los costos que ello implica. Capacidad de la planta saturada.

Alternativa 2: Considera fabricantes locales de equipos para procesamiento de alimentos. Estas no tienen el nivel de especialización que requiere el proyecto ni capacidad de cumplir plazos.

Alternativa 3: Ofertantes Internacionales con un nivel de conocimiento y experiencia en el mercado mundial. Un principal requerimiento era de llegar a una velocidad de procesamiento de 120 cerdos/hora.

3.8 Definición de la Propuesta

Se decidió a trabajar con la firma Stork, empresa de origen Holandés con gran trayectoria, que generaba un mayor nivel de confianza para la ejecución del proyecto.

3.9 Determinación de Costos

Los desembolsos por concepto de Equipos y maquinaria se realizaron el mes de Febrero del año 2003 a Diciembre del 2004; las inversiones de obras civiles se hicieron desde Junio 2003 hasta el mes de Diciembre del 2003. La inversión total sumó 867,849.0 dólares.

3.10 Matriz de Costo- Beneficio

La primera Alternativa de mantener el proceso manual reduce el costo fijo en 0.02 \$/Kg, luego, la merma y demás desperdicios seguirían constantes y una mano de obra duplicada.

La segunda alternativa con Mecanización mantiene la mano de obra con mejores niveles e eficiencia. Mejora la calidad de carne por el tema de escurrido, y una nueva merma dimensionada en los nuevos volúmenes a procesar. El costo unitario de producción se reduciría 0.10 \$/Kg. EL provecho de ahorros generados a valor presente, es de \$500.000 por año aproximadamente.

3.11 Evaluación Económica del Proyecto

A partir de una tasa requerida mínima del 15% y un periodo de evaluación de 7 años, el proyecto deduce una rentabilidad del 87% y un período de recuperación en menos de 2 años. Se logra un VAN de más de dos millones y medio de dólares.

4. Implementación de la Propuesta

4.1 Programa de Ejecución

Los trabajos se realizaron entre las semanas número 34 hasta la 52 del año 2003; luego se continuó en la fase terminal entre las semana número 1 a la 7 del año 2004.

4.2 Factores de Interrelación

Muchas de las actividades fueron planeadas para trabajar en horas extras al proceso normal. La programación de faenado de cerdos debía mantenerse sin alteración alguna.

4.3 Adquisición de Equipos

Se contempla la adquisición de los equipos en un plazo no mayor a 6 meses y el flete vía marítima. La empresa contratante asume actividades como: Recolección de información, Detalles del diseño, Construcción de equipos, Servicio de asesoría y monitoreo en actividades de montaje y Post Montaje.

4.4 Construcciones Civiles

Incluye: Unificación cámara de canales 1 y 2, Rediseño y separación de sistemas de aguas servidas, aguas de procesos y agua lluvias, Adecuación para tanque de gas estacionario, Rediseño de corrales, Readecuación Cámara Subproductos, Construcción de entradas sanitarias y readecuaciones varias. Estos trabajos correspondieron desde Agosto-2003 a Noviembre-2003.

4.5 Montaje y Puesta en Marcha

Se realizaron dentro de condiciones muy marcadas, tales como: Jornadas nocturnas y fines de semana, Producción ininterrumpida

4.6 Evaluación de Resultados

Gran parte del impacto en las mejoras se vio reflejado en las operaciones de la línea, rendimiento de la canal, calidad de carne, reducción de desperdicios, y menores consumo energéticos, demostrando un gran nivel de productividad en los periodos secuenciales a la implantación.

Resumen diagrama de las Operaciones, ver Tabla 8 área de Faenamiento.

Tabla 8. Resumen Diagrama de Operaciones

SIMBOLOGIA		Faenado	Lav. Visceras
○	Operacion	21	2
→	Transporte	5	1
□	Inspeccion	4	1
D	Demora	0	0
▽	Almacenamiento	3	0
		33	4

Tabla 9. Resumen Diagrama Análisis de las Operaciones. Faenamiento

CUADRO DE RESUMEN						
RESUMEN	METODO ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	NUMERO	TIEMPO	NUMERO	TIEMPO	NUMERO	TIEMPO
○	17	10.88	20	8.01	3	-2.87
→	9	3.68	7	2.7646	-2	-0.91
□	3	0.69	3	0.82	0	0.13
TOTAL	29	15.25	30	12	1	-3.66
D	0	0	0	0	0	0.00
▽	4	345	3	847	-1	502.0
Distancia	140.22		119.5		-20.7	

Se reduce actividades de transporte y distancias recorridas en la línea. También se observa una importante disminución en el tiempo de ciclo de 3.66 min/unid

Tabla 10. Resumen Diagrama Análisis de las Operaciones. Lavado de vísceras

CUADRO DE RESUMEN						
RESUMEN	METODO ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	NUMERO	TIEMPO	NUMERO	TIEMPO	NUMERO	TIEMPO
○	2	3.605	2	3.383	0	-0.22
→	1	0.034	1	0.0467	0	0.013
□	1	0.25	1	0.25	0	0
TOTAL	4	3.889	4	3.68	0	-0.21
D	0	0	0	0	0	0
▽	0	0	0	0	0	0
Distancia	12.36		19.25		6.89	

Los tiempos de ciclo totales se reducen en 6%, ya que el transporte desde la línea al área de lavado fue anulado por la implementación de toboganes.

Tabla 11. Comparativo de Balances de Línea

VARIABLES	Anterior	Propuesto
Cerdos/dia	588	947
Operaciones	23	22
Operarios directos	26	24
Eficiencia balance	62.1%	72.0%
Ciclo(min/unid)	15.2	11.6
Cerdos/Hora	60	118

Se observa una mejor eficiencia operacional del sistema. La capacidad de producción se incrementa en casi el doble de producción por hora.

En la Nueva **Distribución** se destaca el crecimiento de corrales, rediseño de rampa de descarga simultánea, y la secuencia de rieles para transporte de canales de forma lineal sin reflujos. Existe una mejor distribución del personal e incremento de entradas de aire para ventilación del área. Diseños **Ergonómicos** de puestos de trabajo. En **Bienestar Animal** Se logró bajar el índice de cerdos muertos en carro de 0.16% a 0.10% hasta el año 2010 y de la misma manera de cerdos en corrales al 0,03%. Los periodos de ayuno se regularon favorablemente obteniendo cifras mínimas de contenido estomacal (350 gr.).Ver tabla 12.

Tabla 12. Parámetros de Bienestar Animal

PARAMETROS	óptimo	2002	2010	diferencia
ANIMALES MUESTREADOS		5400	5140	
% CERDOS MUERTOS CARRO MÁS CORRAL	0.0%	0.16%	0.10%	-0.1%
% CERDOS AGITADOS	1.0%	3.40%	3.00%	-0.4%
ANIMALES SENSIBLE	0.0%	6.80%	0.54%	-6.3%
POSICION DE ELECTRODO	1.0%	2.00%	0.13%	-1.9%
CAIDA DESDE CORRALES HACIA EMBUDO	1.0%	3.17%	0.40%	-2.8%
RESBALONES DESDE CORRALES HACIA EMBUDO	3.0%	2.14%	0.52%	-1.6%
VOCALIZACION POR ELECTRODO CALIENTE	1.0%	0.67%	0.44%	-0.2%
VOCALIZACIONES CORRALES	25.0%	30.10%	7.60%	-22.5%

Mediante la tabla 13 se detallan las mejoras en **Calidad de carne** comparando los datos del año 2002 versus 2010 donde lo más significativo es la reducción de carnes tipo PSE del 55% a valores cercanos del 0%.

Tabla 13. Parámetros de Calidad de Carne

Muestra		OPTIMO	2002	2010	diferencial
			1300	2150	
pH INICIAL	pH 30 min. post mortem	6.7 - 6.3	6.39	6.55	0.16
Ultimo pH	pH 24horas postmortem	6.1 - 5.7	5.50	5.84	0.34
COLOR	Color NPPC	3 - 4	2.53	2.66	0.13
MARMOLEO	Nivel de grasa intramuscular	2	1.49	1.43	-0.06
FIRMEZA	Firmeza lomo	3 - 4	2.21	2.62	0.41
ESCURRIDO	Capacidad de retención de agua	2%	3.5%	2.1%	-1.5%

RANGOS DE Ph		2002	2010	diferencial
5.5		15%	0.2%	-14.8%
5.5 a 5.6		40%	0.1%	-39.9%
5.6 a 5.8		40%	39.8%	-0.2%
5.8 a 6.1		50%	59.7%	9.7%
6.1		0%	0.2%	0.2%
%pH 5.6		55%	0.3%	-54.7%

Los Indices de Gestión tienden a mejorar entre cada periodo hasta llegar al año 2010. Destaca el aumento de productividad de Kg por hombre-año; la reducción y estabilización de merma y mejora en el rendimiento de la canal.

Tabla 14. Perdidas Económicas

	2002	2010	diferencial
	\$/cerdos	\$/cerdos	\$/cerdos
DECOMISOS Y MERMAS	6.294	5.619	- 0.674
CONTUSIONES Y DERMATITIS	0.449	0.091	- 0.358
PSE, ESCURRIDO	1.474	0.001	- 1.473
CERDOS MUERTOS	0.277	0.169	- 0.108
HUESOS ROTOS	0.013	0.001	- 0.011
EXCESOS DE GRASA	0.528	-	- 0.528
CANALES MUY PESADAS	2.451	0.787	- 1.664
	11.486	6.669	- 4.817

En el año 2002 por cada canal, las pérdidas en dólares fue de \$11,50 y para el año 2010, la pérdida se redujo a \$ 6.70, lo que representó una disminución de \$ 4.80, equivalente al 42%.

Tabla 15. Métricas Producción Mas Limpia

	2002	2010	diferencial	reducción
	\$/cerdos	\$/cerdos	\$/cerdos	%
CONSUMO DE AGUA (M3 /CERDO)	0.187	0.131	0.056	30.0%
CONSUMO DE ENERGIA (KWH/ TM)	12.312	10.960	1.352	11.0%
CONSUMO DE DIESEL (G/ TM)	3.060	2.568	0.492	16.1%
CONSUMO DE GAS (KG/TM)	0.880	1.467	- 0.587	-66.7%

Mediante la tabla 15, se describen los ahorros en consumo energético comparando 2010 vs. Lo consumido 2002, donde se refleja el programa de producción más limpia PML implantado a partir del año 2003. El presupuesto de **Mantenimiento** para el año 2002 representaba el 11.7% del total de presupuesto de gastos anual; para el año 2010 el presupuesto de gastos de mantenimiento representó el 6.2%. Para el año 2010 la jornada laboral se redujo de 10 a 8.1 horas diarias, se incluye una retribución variable desde el año 2003 y que representa hasta el 15% del salario y está ligada a los factores de productividad.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El proyecto sustenta una rentabilidad del 87% y un tiempo de recuperación de la inversión de un año con seis meses, puede decirse que los objetivos expuestos al inicio de este trabajo fueron cumplidos en su totalidad, siendo este un resultado satisfactorio para los grupos de interés y el cliente final.

5.2 Recomendaciones

Las prácticas operacionales para el Faenamamiento de cerdos en el país, carecen de un nivel apropiado para la explotación en masa. Es importante recurrir a la investigación permanente y estar pendiente de los avances tecnológicos que puedan favorecer a los requerimientos de un mercado exigente.

5.3 Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que de uno o de otro modo colaboraron en la realización de este informe en especial, al Ing. Ernesto Martínez L., Director del Trabajo, por su ayuda invaluable durante el desarrollo de la misma.

5.4 Referencia

- [1] Instituto Ecuatoriano de estadísticas y Censo (INEC). [<http://www.inec.gov.ec>].
- [2] banco Central del Ecuador (BCE) - Estadísticas Monetarias y Financieras [<http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=/home1/estadisticas>].
- [3] Investigaciones\www.Porcicultura_com.htm. Principales Países consumidores de carne de Cerdo.
- [4] Investigaciones\OPINAMOS_COM - \www.Estadísticas de Ecuador.htm. Estadísticas e Investigación del Mercado en Latinoamérica.
- [5] Gabriel Baca Urbina. Evaluación de Proyectos México: Mc GRAW-HILL.(2001).
- [6] Joaquin de la Torre-Zamarrón. Evaluación de Proyectos de Inversión México: PEARSON.(2002).
- [7] Ayria Lardner .Matemáticas Aplicadas a la Administración y Economía. México: PEARSON(2002).
- [8] Samuelson Nordhaus. Economía. España Mc GRAW-HILL(2002).
- [9] Jay Heizer-Barry Render. Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas. España: PEARSON(2001).
- [10] Maynard Manual del Ingeniero Industrial. México: Mc GRAW-HILL(1998)