

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE ROTOMOLDEO DE UNA
EMPRESA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA PARA
INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

BRAYAN ERWIN MANUEL VALVERDE CUMPA

ASESOR

SANTOS CONFESOR GABRIEL BLAS

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2022

Informe Final Valverde

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	pt.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%
5	revistas.ipl.edu.do Fuente de Internet	1%
6	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
8	www.zacatepec.tecnm.mx Fuente de Internet	1%
9	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	3
Abstract	4
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGIA	8
IV. RESULTADOS	9
V. DISCUSIÓN.....	13
VI. CONCLUSIONES	13
VII. REFERENCIAS	14

Resumen

La presente investigación se realizó en una empresa manufacturera, en la cual el problema es, la baja productividad que presenta el proceso actual, teniendo en cuenta la capacidad de diseño que tiene el área de rotomoldeo, la empresa deja de percibir gran cantidad de ingresos mensuales que se traduce como pérdidas directas; por lo que se planteó como objetivo principal realizar una propuesta de mejora en el área de rotomoldeo de la empresa para incrementar su productividad. Se desarrolló un diagnóstico del proceso actual, se verificó el historial de la productividad y teniendo en cuenta la capacidad de diseño de planta, se procedió a calcular la eficiencia con la que cuenta el proceso actual, obteniendo como resultado la cantidades de producción diaria, estos datos recopilados se utilizaron para dar idea a la propuesta, la cual se elaboró utilizando el software ProModel, permitiendo a través de la simulación, incrementar la eficiencia de 47% a 87%, y así mantener en óptimas condiciones el nivel de producción del área; por último se evaluó la productividad pre y post mejora, presentando un aumento de 14 a 26 tanques producidos por día, lo que se vio reflejado en el incremento de ingresos para la empresa, que pasó de S/.235200 a S/.436800 por mes.

Palabras claves: Rotomoldeo, Proceso, Capacidad, Productividad.

Abstract

The present investigation was carried out in a manufacturing company, in which the problem is, the low productivity that the current process presents, taking into account the design capacity of the rotational molding area, the company stops receiving a large amount of monthly income. which translates as direct losses; Therefore, the main objective was to make a proposal for improvement in the company's rotational molding area to increase its productivity. A diagnosis of the current process was developed, the history of productivity was verified and taking into account the design capacity of the plant, the efficiency of the current process was calculated, obtaining as a result the amounts of daily production, these The data collected was used to give an idea to the proposal, which was developed using the ProModel software, achieving through simulation, increasing the efficiency from 47% to 87%, and thus maintaining the level of efficiency in optimal conditions. area production; Finally, the pre and post improvement productivity was evaluated, presenting an increase from 14 to 26 tanks produced per day, which was reflected in the increase in income for the company, which went from S/.235,200 to S/.436,800 per month

Keywords: Rotomolding, Process, Capacity, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

En enero de 2022, la producción manufacturera mostró un leve crecimiento con relación a similar mes del año anterior, primordialmente, por la mayor producción de servicios relacionados a la manufactura (+4.1%). [1]

La manufactura fue uno de los sectores que tuvieron más aporte hacia la evolución de la economía peruana, durante el 2020, la industria manufacturera acumuló un crecimiento de 31%, solo por detrás de la Construcción, informó el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES). [2]

Hoy en día es importante que las industrias manufactureras cuenten con un óptimo plan de producción y esté acorde a su capacidad de diseño instalada, debido a que el mercado de este sector es la base de la economía nacional de muchos países.

La empresa manufacturera de la cual hablamos tiene una cartera bastante amplia de diferentes productos, para cubrir la demanda de mercado en sus diferentes segmentos, se ha identificado el producto, tanque de almacenamiento de agua de 1100 Lt, el cual es utilizado en distintas industrias. El proceso cuenta con 01 máquina rotomoldeadora y es operada por un trabajador/turno, en esta línea de producción se labora en 3 turnos diarios de 8 horas, durante 6 días a la semana, en total 144 horas semanales, considerando 45 minutos de refrigerio para cada turno. La empresa tiene una capacidad de diseño de producción de 30 tanques diarios, el proceso actualmente tiene una eficiencia de 47%, lo que nos direcciona a un bajo nivel de producción, con un total de 14 tanques de agua producidos por día y representa un total de S/.235200 de ingresos mensuales. La baja productividad del proceso actual, genera pérdidas económicas, así mismo no cubre gran parte de la demanda de este producto que requiere el mercado local y regional.

Con respecto a la problemática anteriormente mencionada nace la pregunta: ¿Cómo una propuesta de mejora en el área de rotomoldeo de una empresa de la industria manufacturera podrá incrementar su productividad?

Ante lo relatado esta investigación tendrá como objetivo general proponer una mejora en el área de rotomoldeo de una empresa de la industria manufacturera para incrementar su productividad. Al mismo tiempo los objetivos específicos fueron: realizar un diagnóstico del proceso actual de la empresa, a través del análisis de indicadores, para lo cual, se verificó el historial de la producción de la planta que dio la eficiencia actual, porcentaje de utilización y la cantidad de tanques producidos diariamente, indicadores que se utilizaron, para desarrollar el segundo objetivo el cual fue, elaborar la propuesta de mejora para el proceso

productivo del área correspondiente a través del software ProModel, de manera que se enumeró las acciones pertinentes, número de estaciones de trabajo, así mismo se determinó la implementación de un nuevo operario para el área, y por último se realizó la evaluación de la productividad pre y post de la propuesta presentada.

II. MARCO TEÓRICO

G. Barbero [3], en su estudio, “Mejoras en Sistema de Producción para Tanques de Polietileno por Roto moldeo realizado en la empresa ROTOPAM”, el objetivo principal de este proyecto fue ordenar la fábrica, por lo que se realizó cambios en el layout general de la empresa y estos fueron orientados a las áreas de mezclado, scrap y al flujo de materia prima, lo cual se tuvo como resultado un mayor orden en el sector de molino, reducción de 50 metros en el transporte de los residuos, así mismo se realizó el cambio de los tachos por Big Bag y el sistema para las cargas de las mezcladoras y los bolsones trajo consigo grandes cambios en el sistema actual. De la misma manera se tuvo una gran aprobación por parte del personal y por ende un mejor clima laboral, además en el sector de pesado, se logró recuperar \$22902 al año en las pérdidas de materia prima, igualmente se presentó mejoras en el stock de productos terminados. El autor, aclara que las mejoras, tuvieron un impacto directo en la satisfacción y productividad para la empresa.

C.A. Caruso Bloeck, N. Sebastián Veciana [4], en su investigación “Optimización de las operaciones luego de una fusión”, tuvo como objetivo realizar un estudio detallado de los procesos productivos en la empresa Rotoplas SA, proponiendo una reorganización del área de almacenamiento así disminuir el flujo de los movimientos y las ineficiencias de la materia prima, la cual implica una inversión total de \$84.650, que hizo que se recupere el capital en 6 meses y lograr un ahorro \$183.500 al año, así mismo se reorganizó el layout con el fin de reducir los inconvenientes del transporte convirtiéndolo en lineal y con menos interferencias, de esta manera beneficiando el uso del método FIFO y permitió mayor control de los ingresos hacia almacén de productos terminados, la inversión requerida fue de \$59.000, la cantidad se debió a la apertura de un portón que permite acceso directo entre el área de producción y el almacén de producto terminado, esto dio un ahorro de \$87.490 anual, por último se reorganizó el proceso de terminado generando un ahorro mensual de \$65.000 anual.

G. Vásquez Chiroque [5], en su investigación “Propuesta de mejora del proceso productivo de tanques de la empresa Eternit S.A.C.- CHICLAYO para reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos”, tuvo como objetivo general proponer una mejora en el proceso productivo de tanques de la empresa para reducir pérdidas económicas por productos defectuosos, se consiguió una reducción de 94,5% de las pérdidas económicas. Para ello se diagnosticó la situación actual del proceso productivo, lo que en pérdidas por productos defectuosos simbolizan un 9,72% de la producción, lo cual significa S/. 189 130 por falta de manual de procedimientos, mantenimiento e inadecuada distribución de funciones, luego se generó la propuesta de mejora para el proceso en mención, lo que dio como resultado una reducción de productos defectuosos en un 96%, también se redujo el cuello de botella en 1,5 minutos y se logró una eficiencia de 90,54 % en promedio, utilizando fichas de control de materia prima, un plan de mantenimiento, capacitación para el personal que opera la máquina roto moldeadora, manual de órdenes y funciones (MOF), así mismo se desarrolló el análisis costo beneficio, que resultó en un costo beneficio de 1,094, y un TIR del 33%.

La Simulación, se direcciona a un gran grupo de técnicas y aplicaciones que buscan imitar la conducta de procesos reales, a través de una computadora con un software apropiado. [6]

Un proceso se delimita el como una “serie de operaciones sistemáticas encaminadas al logro de un objetivo”. [7]

El ProModel, es uno de los software comercial para simulación muy usados en el mercado. Tiene herramientas de análisis y diseño los cuales, unidos a la animación de los sistemas bajo estudio, conceden al investigador conocer mejor el problema y lograr resultados más confiables en relación a las decisiones a tomar. [6]

El Rotomoldeo, es una técnica de movimiento y cubrimiento, se consigue con una rotación biaxial de dos brazos perpendiculares que giran sobre sus ejes, luego el cubrimiento se genera con la materia prima, que es un plástico. [8]

Las etapas de rotomoldeo son 4: Carga o llenado del molde, luego el horneado o calentamiento del molde utilizando el movimiento rotacional, así mismo el enfriamiento del molde, por último, la descarga o vaciado del molde, luego pasar a la instalación de accesorios.



Figura 1. Etapas del proceso de Rotomoldeo

Fuente: Procesos industriales Rotomoldeo para diseñadores industriales

Un Tanque de almacenamiento, es un depósito grande, cerrado y con el propósito de contener líquidos o gases, estructura cuya función principal es reservar la cantidad adecuada de agua. [9]

La Productividad, es el nivel de rendimiento con que emplean los recursos accesibles para conseguir fines pre determinados, es la medida de la eficiencia con que se ha combinado los recursos para poder obtener los resultados esperados. [10]

$$p = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Insumos}} = \frac{\textit{Salidas}}{\textit{Entradas}}$$

Eficiencia:

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Capacidad real}}{\textit{Capacidad instalada}}$$

III. METODOLOGIA

Para el desarrollo del primer objetivo se realizará un diagnóstico del proceso actual, mediante un estudio de tiempos del sistema, se obtendrán los indicadores actuales a través del historial de producción, además se realizará un estudio diario de producción para obtener cantidad exacta de tanques que son producido al día, lo cual permitirá obtener el porcentaje de eficiencia actual del área, de manera que podremos poner atención en los puntos más críticos en los que incurre el proceso actualmente.

Para la elaboración del segundo objetivo, que es elaborar la propuesta de mejora en el proceso productivo del área, se utilizará el software ProModel, de tal manera que podamos plantear innumerables situaciones con el fin de obtener la mejor productividad posible para el área de rotomoldeo, se definirán las estaciones de trabajo, la cantidad de operarios y redes que necesita nuestro sistema, todo esto con la finalidad de alcanzar un proceso óptimo y acorde a la capacidad de diseño de planta, establecido para el proceso.

Por último, en el tercer objetivo se evaluará la productividad pre y post mejora del proceso actual, de tal manera que definiremos si el proceso de producción propuesto es adecuado y conveniente para la empresa manufacturera.

IV. RESULTADOS

Diagnóstico del proceso actual del área de rotomoldeo en la empresa

Se procedió a elaborar un diagrama (Figura 2) el cual contiene los tiempos que se utilizan en el proceso actual de manera que se facilite la interpretación, así mismo poder utilizarlo para la simulación en el software ProModel.

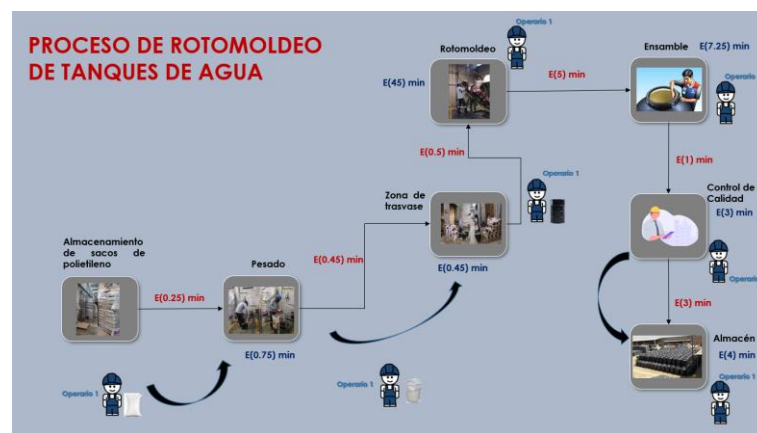


Figura 2. Diagrama del proceso actual

Fuente: Elaboración propia

Luego de la simulación del proceso actual, se obtuvo que el único operario que labora en el sistema tiene una utilización de 84.64% (Tabla 1), así mismo se pudo determinar que la producción actual del proceso es de 14 tanques (Tabla 2), lo que representa un total de S/.235200 de ingresos mensuales, de la misma manera que pudimos ver que los mayores porcentajes de utilización están en las área de almacén de sacos de polietileno, pesado, y rotomoldeo con valores de 99.75 % 96.33% y 92.12% respectivamente (Tabla 2).

Tabla 1. Datos de recurso del proceso actual

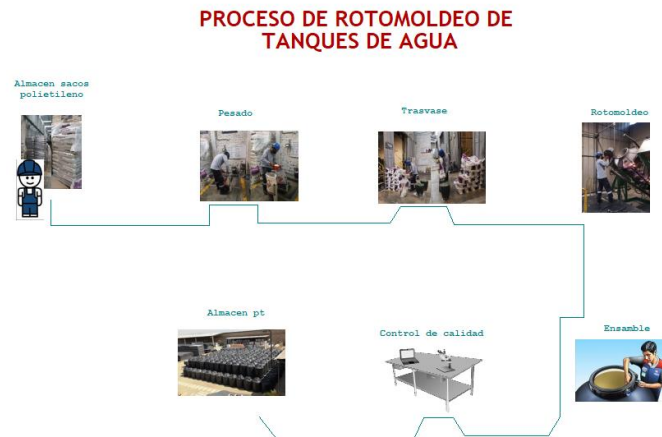
Nombre	Unidades	Tiempo Programado (Min)	Tiempo de Ttrabajo (Min)	% Utilización
Operario 1	1	1305	1104.614	84.64

Fuente: Promodel

Tabla 2. Datos de resumen de locaciones del proceso actual

Nombre	Tiempo Programado (Min)	Capacidad	Total Entradas	% Utilización
Almacen sacos poliet	1395	1	16	99.75
Pesado	1336.843	1	15	96.33
Trasvase	1305	1	15	86.64
Rotomoldeo	1305	1	15	92.12
Ensamble	1305	1	14	68.59
Almacen pt	1305	1	14	29.30
Control de calidad	1305	1	14	50.64

Fuente: Promodel

**Figura 3. Layout del proceso actual de Rotomoldeo**

Fuente: Promodel

Por último, se calculó la eficiencia del proceso actual, lo cual obtuvimos teniendo en cuenta la capacidad de diseño de planta (30 tanques/día), se obtuvo como resultado que el proceso actual tiene una eficiencia de 47% (Tabla 3).

Tabla 3. Eficiencia del proceso actual

Eficiencia	47%	
Capacidad instalada	30	und /día
Salidas	14	und /día

Fuente: Elaboración propia

Elaboración de la propuesta de mejora para el proceso productivo del área de rotomoldeo.

Teniendo en cuenta los mismo tiempos del proceso actual, se optó por agregar un nuevo operario en este caso un ayudante, el cual se encargará de 3 locaciones, como son: ensamble, control de calidad y almacenamiento; mientras que el operario 1 se encargará solo de las 4 primeras locaciones incluyendo al rotomoldeo (Figura 4).



Figura 4. Diagrama del proceso propuesto
 Fuente: Elaboración propia

Luego de la simulación del proceso propuesto se obtuvo que el operario 1 el cual es el especialista en el proceso, tiene una utilización de 78.03% mientras que el operario 2 el cual será el ayudante, su utilización es de de 31.07% (Tabla 4), de la misma manera se evidencia el aumento de la productividad a 26 tanques de agua por día (Tabla 5), incrementando la productividad en 12 unidades por día, que representa a un total de S/436800 de ingresos mensuales, así mismo podemos ver que los porcentaje de utilización disminuyeron en las área de almacén de sacos de polietileno, pesado, y rotomoldeo obteniendo los siguientes valores: 98.61%, 92.43% y 83.69% respectivamente(tabla 5).

Tabla 4. Datos de recurso del proceso propuesto

Nombre	Unidades	Tiempo Programado (Min)	Tiempo de Trabajo (Min)	% Utilización
Operario 1	1	1305	1018.35	78.03
Operario 2	1	1440	447.39	31.07

Fuente: Promodel

Tabla 5. Datos de resumen de locaciones del proceso propuesto

Nombre	Tiempo Programado	Capacidad	Total Entrada	% Utilización
Almacen sacos poliet	1329.203	1	28	98.61
Pesado	1305	1	28	92.43
Trasvase	1305	1	27	78.29
Rotomoldeo	1305	1	27	83.69
Ensamble	1305	1	26	20.40
Almacen pt	1305	1	26	9.85
Control de calidad	1305	1	26	9.64

Fuente: Promodel

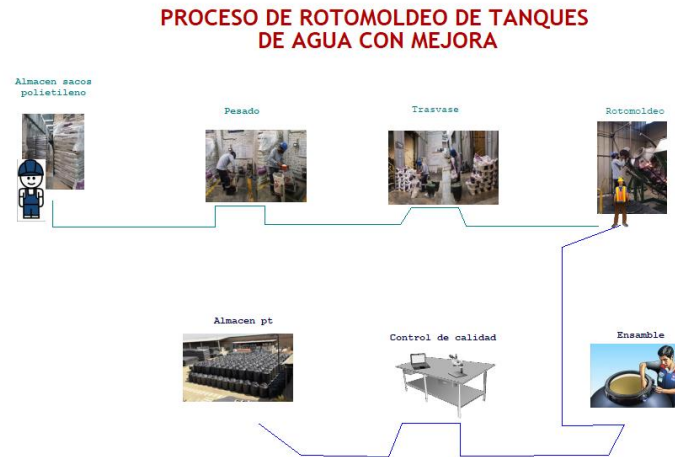


Figura 5. Layout del proceso propuesto de Rotomoldeo
Fuente: Promodel

También, se calculó la eficiencia del proceso propuesto, que se obtuvo teniendo en cuenta la capacidad de diseño de planta y eso nos dio un valor de 87% (Tabla 6), es decir la eficiencia aumentó en 40%.

Tabla 6. Eficiencia del proceso propuesto

	Eficiencia	87%
Capacidad instalada	30	und /día
output diario	26	und /día

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la productividad pre y post mejora del proceso.

Según los cálculos realizados observamos que la productividad de nuestro proceso propuesto es mayor en comparación al proceso actual, ya que se evidencia el incremento de la productividad de 0.58 tanques/ hora a 1.08 tanques/hora respectivamente, que representa un aumento de 86% con relación al proceso actual.

Tabla 7, Evaluación de la productividad pre y post mejora

	Actual	Post mejora	Unidades
Salidas	14	26	tanques
Entradas	24	24	Horas
Productividad	0.58	1.08	Tanques/ hora

Diferencia de productividad	86%
-----------------------------	-----

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

G. Barbero [3], en su estudio, “Mejoras en Sistema de Producción para Tanques de Polietileno por Roto moldeo realizado en la empresa ROTOPAM”, en comparación con el presente informe, también se realizó un reordenamiento del layout, que para nuestro trabajo supuso un incremento de la eficiencia del proceso de producción, que a su vez logró incrementar los ingresos mensuales correspondientes a la línea de producción.

C.A. Caruso Bloeck, N. Sebastián Veciana [4], luego de optimizar las operaciones del procesos productivos en la empresa Rotoplas SA, se tomó en consideración esta investigación debido a que nuestro proceso se encontraba ineficiente, por lo que se optó por reorganizar el layout del proceso actual para de esta manera poder incrementar la producción de 14 a 26 tanques por día, que significó un incremento de S/.235200 a S/.436800 por mes.

VI. CONCLUSIONES

El software ProModel, es una herramienta muy útil para la evaluación y simulación de procesos, de manera que permite interactuar con los recursos y estaciones de trabajo que intervienen en el proceso productivo, brinda innumerables situaciones probables que podemos utilizar para mejora y optimizar nuestro proceso. Realizado el análisis del proceso se determinó que se tenían estaciones de trabajo con utilización elevada, que permitió determinar mejorar el proceso, al mismo tiempo la utilización del único operario de la planta era elevado, lo que nos orientó a la contratación de un ayudante; de esta manera tener al operario 01 con mayor tiempo para realizar sus actividades en las primeras, esto dio como resultado una menor utilización de las áreas y se incrementó la eficiencia del proceso, por último a través de la propuesta de mejora, se incrementó la productividad diaria en +12 tanques por día, lo que significó un incremento en la eficiencia de planta a 87% y se aumentó los ingresos a un valor S/. 436 800 por mes, en la producción de tanques de 1100 lt.

Recomendaciones

Se recomienda hacer seguimiento a la productividad diaria con la que cuenta las compañías de manufactureras. Así mismo evaluar la demanda de los tanques de 1100 lt y capacidad total de la planta de rotomoldeo, adquiriendo una nueva máquina rotomoldeadora, se incrementaría aún más la productividad.

VII. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de la producción, «Estudios económicos- Boletines de la industria manufacturera,» 21 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/boletines-industria-manufacturera/item/1028-2022-enero-reporte-de-produccion-manufacturera>. [Último acceso: 18 04 2022].
- [2] Sociedad Nacional de Industrias, «SNI: La Industria Peruana continúa tendencia de recuperación en el 2021,» SNI, 2021. [En línea]. Available: <https://sni.org.pe/sni-la-industria-peruana-continua-tendencia-de-recuperacion-en-el-2021/>. [Último acceso: 18 04 2022].
- [3] G. Barbero , Mejoras en sistema de producción para tanques de polietileno por rotomoldeo, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2014.
- [4] C. A. Caruso Bloeck y N. S. Veciana, Optimización de las Operaciones luego de una Fusión, Buenos Aires: Instituto tecnológico de Buenos Aires, 2013.
- [5] G. Vasquez Chiroque, PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE TANQUES DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C. - CHICLAYO PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR PRODUCTOS DEFECTUOSOS, Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2019.
- [6] E. García Dunna, H. García Reyes y L. Cárdenas Barrón, Simulación y análisis de sistemas con ProModel Segunda edición, Pearson, 2013.
- [7] M. Jn Baptiste, «PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE EXPORTACIONES PARA LA MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS Caso de Estudio: Empresa Exportadora TUBAL S.R.L.,» *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 1, nº 1, pp. 57-65, 2014.
- [8] J. C. Ortiz Nicolas, Procesos industriales Rotomoldeo para diseñadores Industriales, Mexico: Centro de investigaciones de diseño industrial.
- [9] USAID, Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, USAID, 2015.
- [10] O. Gervasi Vásquez, Apuntes de estudio ingeniería de métodos, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.