



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
(UNAN-Managua)



Facultad Regional Multidisciplinaria de Carazo

FAREM-Carazo

Departamento de Ciencias Tecnología y Salud

Informe final de investigación de Seminario de Graduación para optar al título de
“Ingeniero Industrial y de Sistemas”

Tema:

Procesos Productivos

Sub-tema:

“Análisis y propuesta de mejoras al proceso productivo de la Teja de Micro Concreto (TMC), en talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A, del municipio de Diriamba-Carazo, en el segundo semestre del año 2012.”

Autores:

Br. Felipe Santiago Medrano Muños.

Br. Aarón salvador cruz López.

Tutor: Ing. Bayardo Narváez.

Jinotepe, Diciembre 2012

TEMA

Procesos Productivos

Sub-tema

“Análisis y propuesta de mejoras al proceso productivo de la Teja de Micro Concreto (TMC), en talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A. Del municipio de Diriamba-Carazo, en el segundo semestre del año 2012.”

Resumen

El trabajo investigativo propuesto está dirigido al estudio de procesos productivos que en nuestro particular se delimita en el análisis del proceso de elaboración de Teja de Micro Concreto utilizado de manera única, en nuestro país, por la empresa ECOTEC SA ubicada en la ciudad de Diriamba, Carazo. Para este trabajo nos basamos en la observación, recopilación de información con los mismos interventores del proceso y la definición y muestreo de las actividades que llevan la transformación del material al producto terminado; todos los anteriores medios serán herramientas para conseguir una descripción veraz de la situación actual de la microempresa, para luego documentar las acciones que se realizan de manera cualitativa y cuantitativa con lo que pasaremos al diseño de un modelo simulado a través del software Arena en el que se pueda evaluar las condiciones de productividad de esta actividad de manufactura en el que se incluyen los recursos humanos, técnicos y materiales, así el objetivo y aporte final es proponer alternativas de acción sobre aquellos puntos que podrían ser mejorados, con vías a tener una mejor productividad.

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por brindarnos sabiduría, perseverancia y abnegación para alcanzar nuestras metas, deseo de superación y toda la fe que nos ayuda a confiar en nosotros mismos.

Así mismo dedicamos especialmente a nuestros padres, que han luchado con incondicionalidad para brindarnos todos los recursos necesarios, y por instarnos para tener una formación profesional de éxito.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente al Altísimo por el privilegio de estar vivos y ahora por permitirnos haber llegado hasta coronar nuestra Carrera Universitaria.

A nuestros padres que día a día estuvieron y están presentes para ayudarnos y apoyarnos siempre que lo hemos necesitado.

A la Institución Universitaria y a los Maestros por habernos transmitido sus conocimientos sin límites y, sobre todo dedicación con énfasis a cada materia, conjugando la teoría con anécdotas y principalmente la experiencia.

A los directivos de ECOSUR, así como a todas las personas que laboran en ECOTEC S.A. los cuales que nos abrieron sus puertas desinteresadamente y con mucha fe nos apoyaron al desarrollo del presente trabajo.

A todas aquellas personas que extendieron su mano amiga para apoyar esta investigación que incentivaron el deseo de superación para culminar este objetivo de ser útil a nuestras familias y la sociedad.

VALORACIÓN DEL DOCENTE
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NICARAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria de Carazo

FAREM-Carazo

Jinotepe 30 de noviembre del 2012

MSC. Sergio Vado
Director del departamento de ciencia y tecnología y salud
FAREM-Carazo
Su despacho

Estimado maestro:

Reciba los más cordiales saludos y deseos de nuestros éxitos en el desarrollo de sus funciones

Sirva la presente para informarle que los bachilleres:

Nombres:

Felipe Santiago Medrano Muños

08096320

Aarón salvador cruz López

06042016

Que han cursado bajo mi tutoría el seminario de graduación de la carrera de ingeniería industrial y de sistemas, en la FAREM - Carazo durante el segundo semestre del año académico 2012, que se llevo por tema "procesos productivos" , han desarrollado y presentado el sub tema:

"Análisis y propuesta de mejoras al proceso productivo de la Teja de Micro Concreto (TMC), en talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A. Del municipio de Diriamba-Carazo, en el segundo semestre del año 2012."

Estando preparados para realizar defensa del mismo ante el tribunal examinador,

A como lo establece la normativa para la modalidad es de graduación como forma de culminación de estudio, plan 99, de la UNAN Managua. Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme a usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente,

Bayardo Narváez Chaves
Catedrático, FAREM-Carazo
CC. Archivo.

INDICE TEMATICO

<u>I. Introducción</u>	1
<u>II. Problema de Investigación</u>	3
➤ <u>Planteamiento del Problema.</u>	3
➤ <u>Formulación del Problema</u>	4
➤ <u>Sistematización del Problema</u>	4
<u>III. Justificación</u>	5
➤ <u>Teórica:</u>	5
➤ <u>Metodológica:</u>	5
➤ <u>Práctica:</u>	5
<u>IV. Objetivos</u>	6
➤ <u>Generales:</u>	6
➤ <u>Específicos:</u>	6
<u>V. Antecedentes</u>	7
<u>VI. Marco Referencial</u>	8
<u>VI.1 Marco Teorico</u>	8
<u>VI.2 Marco Conceptual</u>	12
<u>VI.3 Marco Espacial y Temporal</u>	13
<u>VI.4 Marco Legal</u>	14
<u>VII. Diseño Metodológico</u>	15

<u>VIII. Desarrollo</u>	18
1) <u>Características de la empresa</u>	18
2) <u>La Teja de Micro Concreto:</u>	19
3) <u>El proceso productivo de la teja de micro concreto.</u>	21
a) <u>Materiales para la elaboración de la Teja de Micro Concreto:</u>	21
b) <u>Equipamiento necesario que interviene en el proceso de producción de la Teja de Micro Concreto.</u>	21
c) <u>Descripción de las actividades del proceso:</u>	24
4) <u>Pruebas de calidad:</u>	32
5) <u>Cursograma analítico seguido en los talleres de la empresa ECOTEC.S.A</u>	33
6) <u>Diagrama de recorrido actual.</u>	35
7) <u>PRUEBA PILOTO.</u>	37
8) <u>Esquema de la prueba piloto</u>	41
9) <u>Propuesta de mejora del sistema productivo de la teja de micro concreto.</u>	43
A. <u>Primera área a mejorar: “tamizado de arena”</u>	43
B. <u>Segunda propuesta de mejora: “Distribución del Área de Trabajo”</u>	50
C. <u>Tercera área a mejorar: “Método de Transporte”</u>	54
10) <u>Esquema de Simulación Propuesta</u>	57
11) <u>Nuevo cursograma analítica propuesto para los talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A</u>	60
12) <u>Análisis de productividad.</u>	61
<u>IX. Conclusiones</u>	65
<u>X. Recomendaciones</u>	66
<u>XI. Bibliografía</u>	67

<u>ANEXOS</u>	68
<u>Distribución de Planta Actual</u>	69
<u>Distribución de Planta Propuesta</u>	71
<u>Guía de Observación y Entrevista</u>	72
<u>Tablas de Estudios de Tiempo</u>	73
<u>Nuevo diagrama de recorrido del proceso de producción de la teja de micro concreto.</u>	76
<u>LEY ORGÁNICA DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN Y TRANSPORTE</u>	77
<u>DIAGRAMA DE GANT DE LAS ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACION</u>	80

Índice de Tablas

<u>TABLA 1. SIMBOLOGÍA DE PROCESOS</u>	10
<u>TABLA 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</u>	20
<u>TABLA 3. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS ACTIVIDADES DE PROCESO</u>	33
<u>TABLA 4. RESULTADO DEL PROCESAMIENTO ACTUAL</u>	37
<u>TABLA 5. DETALLE DE TIEMPO POR ENTIDAD</u>	38
<u>TABLA 6. DETALLE DE TIEMPOS ACUMULADOS EN ACTIVIDADES</u>	38
<u>TABLA 7. CUANTIFICACIÓN DE ENTRADA AL PROCESO</u>	39
<u>TABLA 8. ESPECIFICACIÓN DE SALIDAS DEL PROCESO</u>	39
<u>TABLA 9. DETALLE DE LAS COLAS O “ESPERAS” QUE SE GENERAN EN EL PROCESO</u>	40
<u>TABLA 10. PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS</u>	40
<u>TABLA 11. ANÁLISIS DE ACTIVIDADES A MODIFICAR, TAMIZADO</u>	43
<u>TABLA 12. ACTIVIDADES QUE SE VEN AFECTADAS CON LA PROPUESTA</u>	49
<u>TABLA 13. ACTIVIDAD YA MODIFICADA POR PROPUESTA</u>	49
<u>TABLA 14. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE</u>	51
<u>TABLA 15. ACTIVIDADES YA REDUCIDAS CON LA PROPUESTA</u>	52
<u>TABLA 16. ALTERNATIVA PARA LA FASE DE MOLDEO</u>	53
<u>TABLA 17. OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MÉTODO DE TRANSPORTE</u>	55
<u>TABLA 18. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE. (NO OPTIMIZADAS)</u>	56

Índice de ilustraciones

<u>ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS TALLERES ECOTEC S.A.</u>	13
<u>ILUSTRACIÓN 2. ORGANIGRAMA ECOTEC S.A.</u>	19
<u>ILUSTRACIÓN 3. MESA VIBRATORIA</u>	22
<u>ILUSTRACIÓN 4. MEZCLADORA DE CONCRETO INDUSTRIAL</u>	23
<u>ILUSTRACIÓN 5. CUCHARA DE ALBAÑIL</u>	23
<u>ILUSTRACIÓN 6. MOLDES PLÁSTICOS</u>	23
<u>ILUSTRACIÓN 7. TAMIZADO</u>	26
<u>ILUSTRACIÓN 8. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA</u>	27
<u>ILUSTRACIÓN 9. COLOCAR LA LÁMINA PLÁSTICA SOBRE LA MESA VIBRADORA</u>	27
<u>ILUSTRACIÓN 10. FIJAR EL MARCO DE A LA MESA AL PLÁSTICO</u>	27
<u>ILUSTRACIÓN 11. COLOCAR EL MORTERO SOBRE LA LÁMINA</u>	28
<u>ILUSTRACIÓN 12. COLOCAR EL MORTERO SOBRE LA LÁMINA</u>	28
<u>ILUSTRACIÓN 13. RELLENAR LA CAJUELA DEL TACÓN</u>	29
<u>ILUSTRACIÓN 14. TRASLADO DE LA LÁMINA CON MORTERO FRESCO AL MOLDE</u>	29
<u>ILUSTRACIÓN 15. SECADO DE LA TEJA DENTRO DE LOS MOLDES</u>	30
<u>ILUSTRACIÓN 16. DESMOLDADO DE LA TEJA</u>	30
<u>ILUSTRACIÓN 17. CURADO EN LAS PILAS</u>	31
<u>ILUSTRACIÓN 18. SECADO AL AIRE LIBRE</u>	31
<u>ILUSTRACIÓN 19. DIAGRAMA DE RECORRIDO</u>	35
<u>ILUSTRACIÓN 20. SIMULACIÓN 1</u>	41
<u>ILUSTRACIÓN 21. VISTA 1 DE RECAMARA PARA ARENA</u>	46
<u>ILUSTRACIÓN 22. MEDIDAS DE RECAMARA PARA ARENA</u>	46
<u>ILUSTRACIÓN 23. DISPOSITIVO DE TAMIZADO EN RECAMARA</u>	47
<u>ILUSTRACIÓN 24. ACCESO LATERAL A LA RECAMARA</u>	48
<u>ILUSTRACIÓN 25. CUBIERTA DE LA RECAMARA DE ALMACENAMIENTO DE ARENA</u>	48
<u>ILUSTRACIÓN 26. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN</u>	51
<u>ILUSTRACIÓN 27. PROPUESTA DE DISTRIBUCION2</u>	52
<u>ILUSTRACIÓN 28. PROPUESTA DE DISTRIBUCION3</u>	54
<u>ILUSTRACIÓN 29. SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA</u>	57



I. Introducción

La industria manufacturera de materiales de construcción crece en nuestro país, pero es un sector muy informal y disperso hasta el momento, pues no se le ha dado la necesaria atención e importancia que corresponde, situación contraproducente pues es este sector productivo el que provee de las materias primas con las que se construyen los hogares nicaragüenses. Esta es una de las pautas sobre las que se inicia el trabajo investigativo en el que se enfoca el proceso productivo de la Teja de Micro Concreto (TMC) realizado de manera exclusiva en Nicaragua por la empresa ECOTEC S.A.

Cuando se hace referencia a los materiales de construcción que conforman la estructura de una vivienda, siempre se termina haciendo referencia al techo de la misma, debido a que es uno de los principales componentes de un hogar, es por esa razón que actualmente se han desarrollado numerosas tecnologías enfocadas a la optimización de dichos componentes para techos, pero a pesar de que muchos cumplen con ciertos requisitos de los clientes (seguridad, fácil de instalar, peso, etc.), no consiguen englobar otras características deseables de un buen techo (apariencia, durabilidad, precio etc.), situación en la que la Teja de Micro Concreto (TMC) ha salido muy bien parada pues cumple con las diferentes expectativas, sean de aspecto, económicas, técnicas así como ecológicas; es por eso que se le conoce como “el techo económica y ecológicamente sustentable para el mundo”. Este último punto es uno de los más importantes a resaltar en esta actualidad de cambio climático en la que vivimos.

Dada la importancia de esta actividad manufacturera, es una motivación que el presente trabajo investigativo sobre el análisis de su proceso productivo sirva para el mejoramiento del mismo y consiga ganar el campo que merece en la preferencia del público como destinatario final.

En la actualidad la empresa ECOTEC S.A. se encuentra produciendo bloque regular, losa de concreto y Teja de Micro Concreto (TMC), este último como así se había mencionado, es un producto de fabricación exclusiva de la empresa en nuestro país, sin embargo tiene marcada presencia en países latinoamericanos e inclusive en europeos.

Las actividades productivas de la TMC se ven limitadas hasta el momento por el desconocimiento de los constructores y clientes finales (Marketing), de esta genial alternativa; este punto es el que principalmente afecta a la expansión de esta actividad en el entorno pero, regresando a la actividad interna se encuentra un



proceso que se desarrolla “por producción”, con una obtención promedio de 300 unidades por día procesado.

Los recursos que se requieren para su elaboración son cemento Tipo 1 o también conocido como cemento “Portland”, agua y arena de granulometría adecuada, estos como elementos materias primas los cuales son provistos por Holcim, en el caso del cemento y Arenic en el caso de la arena, mejor conocida como “Arena Motastepe”; además de estos materiales se requiere de la utilización de equipos e instrumentos tales como mezcladora semi-automática con capacidad de un 1 quintal, un mortero vibrador utilizado para la compactación y moldeado, y moldes plásticos de curado. En el caso de los recursos humanos se trabaja con tres obreros los cuales se desempeñan en las actividades de Tamizado, Mezclado, Moldeado, transporte a Curado y pruebas de calidad; en la dirección se encuentra el Encargado de Producción y un Encargado de Calidad.

El proceso de la Teja de Micro Concreto (TMC) se inicia con la recepción de la materia prima, principalmente en el caso de la arena, la cual debe pasar por una prueba granulométrica inicial para ser aceptada, luego se pasa al almacenamiento; esta arena pasa por una etapa de tamizado en donde se separa arena gruesa, mediana y fina; ya separada la arena se realiza la mezcla según proporción indicada (dos latas o baldes de arena gruesa, dos de arena media y una de arena fina; un quintal de cemento y aproximadamente 18 lts de agua), hecha la mezcla pasa a mesa de compactación en el mortero donde se le da la forma y se coloca en moldes que son estibados por un día dentro del cuarto (primer curado), para ser desmontados de los moldes al día siguiente y pasar por una segunda etapa de curado que consiste en la sumersión en pilas, durante un periodo de siete días, cumplido este periodo se pasa a la última fase de curado donde se colocan al sol durante veinte y un días, finalizado el periodo se tiene el producto listo para la venta. Las pruebas de calidad se realizan durante y al final del periodo de proceso.

En el desarrollo del trabajo se busca englobar este proceso así como analizar cada una de sus etapas con la iniciativa de encontrar puntos de mejoría y aportar con el desarrollo de propuestas.



II. Problema de Investigación

➤ *Planteamiento del Problema.*

Las actividades de producción de Teja de Micro Concreto en la empresa ECOTEC S.A., se desarrollan en la base de un sistema de manufactura por lote o por producción, sin embargo en su proceso se presentan ciertos escenarios divergentes muy notables como es el desconocimiento de cuanto se va producir para un periodo, situación que repercute en el manejo de inventarios de materias primas sin ningún criterio de utilización, pues se alojan grandes cantidades de materiales como cemento o puede ser el caso contrario de que se queden sin materia prima como ha sucedido con la arena. Otra situación destacable ocurre durante el proceso, en el que se requiere de una correcta proporción de los materiales para garantizar un producto de calidad y hasta el momento ese punto crucial no cuenta con un control preciso de que lo que se está aplicando este en concordancia con la teoría o norma técnica (cemento : arena : agua 1 : 2.5 : 0.5), sino que se está auxiliando en el cálculo o experiencia del obrero, con la posibilidad de tener que sacrificar un lote producido por no pasar las pruebas de calidad.

Los desperdicios son evidentes también y representan una pérdida de material y medios que aparentemente no se está tomando en cuenta hasta el momento, por lo que se pudo constatar, esto tiene importante relación según conceptos básicos de la ingeniería de procesos, con las operaciones que se están realizando para la transformación pues hay procedimientos que podrían no ser necesarias y requieren de tiempo que se puede aprovechar.

Todas estas situaciones tienen íntima relación con la planeación de la producción o un Plan Maestro de Producción que no se está utilizando, en adición de la inexistencia de instrumentos de control para cada una de las etapas que se siguen el proceso; y es que no se le ha puesto mucha atención a la relación de productividad, específicamente en el caso de los insumos utilizados (materia prima, tiempo, pago de día al obrero, pago de servicios) y los productos obtenidos (tejas de calidad para la venta).

Otro punto que se considera, es la falta de personal propio de la empresa, pues se contrata a los obreros para cubrir con la producción del lote o del día.

De continuar las circunstancias que se describieron, la empresa ECOTEC S.A. se encaminaría a una situación negativa de competitividad y peor aún hacia la



pérdida de rentabilidad de la organización, situación que desde ya se resiente por la falta de capacidad de inversión, y es que no se está poniendo atención a los gastos y la optimización en el uso de los recursos. Además, las condiciones actuales del proceso van a producir mayor cantidad de producto defectuoso, así como la falta de mano de obra capacitada en el tema provoca dependencia de los obreros ya empleados por lo que se corre el riesgo de paro de actividades por la usencia de esos recursos; todas estas proyecciones terminarían por concentrarse en el desaprovechamiento de las oportunidades que podría ofrecerle el entorno.

Ante tales condiciones urge la implantación de un Plan de Producción con lineamientos y objetivos claros para cada uno de los integrantes e interventores del proceso, el diseño de instrumentos de control para cada una de las etapas del proceso que sirvan para la fiscalización, documentar la actividad y posterior retroalimentación, esto precisamente para el debido estudio de cada paso que se realiza y la optimización del proceso, por último se retoma la contratación y capacitación de personal de manera que se integren al cumplimiento de los objetivos productivos de la organización.

➤ **Formulación del Problema**

¿Cuáles son las condiciones reales de productividad con las que se está operando en la empresa ECOTEC S.A. para la elaboración de Teja de Micro Concreto TCM?
¿Qué alternativas podían implementarse para lograr una mayor productividad?

➤ **Sistematización del Problema**

1. ¿En qué consiste el proceso de elaboración de la Teja de Micro Concreto?
2. ¿Qué elementos intervienen en su transformación? ¿En qué forma lo hacen?
3. ¿Cómo se planifica lo que se va producir?
4. ¿Se cuenta con algún indicador de productividad en la empresa? ¿Cómo se relaciona con la realidad actual de la organización?
5. ¿De qué manera el análisis del proceso puede servir para la identificación de debilidades en el mismo? ¿Existen alternativas de cambio para esos puntos identificados?



III. Justificación

➤ **Teórica:**

El presente trabajo investigativo tiene como una de sus motivaciones la verificación de conceptos básicos de ingeniería de procesos y los fundamentos teóricos (bibliografía específica, Martin Meléndez, Orlando Espinoza. “*Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC*”) sobre los que se basa el proceso de elaboración de Teja de Micro Concreto, en analogía con las actividades que se desarrollan en los talleres de ECOTEC S.A.

➤ **Metodológica:**

El desarrollo del estudio empleara diferentes herramientas metodológicas de muestreo, diagramas de análisis de procesos y fundamentalmente el uso del software Arena para la simulación del proceso, todo esto en la búsqueda de caracterizar la realidad actual de la empresa en relación de productividad, empleo de recursos y tiempo.

➤ **Práctica:**

Considerando el medio de aplicación del estudio se garantiza que los resultados conseguidos sirvan como base de toma de decisiones sobre el mejoramiento continuo del proceso productivo de la elaboración de Teja de Micro Concreto.



IV. Objetivos

➤ **Generales:**

Proponer alternativas de mejora al proceso productivo de la **Teja de Micro Concreto (TMC)**, que se realiza en los talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A. Mediante el análisis de dicho proceso.

➤ **Específicos:**

1. Describir cada una de las etapas que componen el proceso productivo de la elaboración de teja de Micro concreto TMC.
2. Definir los elementos que intervienen en las diferentes etapas del proceso, ya sean materiales, humanos y tecnológicos.
3. Diseñar un modelo simulado a través del Software Arena que represente el desarrollo del proceso para su posterior análisis.
4. Identificar puntos débiles o deficientes dentro del proceso productivo de la Teja de Micro Concreto y que se pueden convertir en oportunidades de mejora.
5. Brindar recomendaciones técnicas a los talleres de producción de la Teja de Micro Concreto TMC de la empresa ECOTEC.S.A.



V. Antecedentes

En relación al rubro de la manufactura de materiales de construcción en nuestro país no se cuenta con ningún dato antecedente de otras empresas que procesen este producto.

En relación a estudios previos se tiene que en los talleres de producción de la **Teja de Micro Concreto (TMC)** en la empresa **ECOTEC.S.A.** No existen antecedentes de estudios de mejoras para su proceso productivo desde su fundación.



VI. Marco Referencial

VI.1 Marco Teórico

Según el autor **García Criollo** en su libro *Estudio del Trabajo, segunda edición*. Mc Graw Hill. Define:

La **productividad** es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados, en nuestro caso el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y maquinas, elementos sobre los cuales la acción de ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual.

Aumentar los índices de productividad se puede lograr de tres maneras:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar y el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Productividad no ocurre por sí sólo, sino que son los directivos dedicados y competentes los que lo provocan y logran mediante la fijación de metas, la remoción de los obstáculos que se oponen al cumplimiento de estas, el desarrollo de planes de acción para eliminarlos y la dirección eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorar la productividad, pues varios son los factores que actúan en contra de estas, en ocasiones generados por la propia empresa o por su personal. Otros surgen en el exterior, por lo cual están fuera del control de los directivos.



Simulación por computadora:

De Wikipedia, la enciclopedia libre

Karl Marx Stadt (Chemnitz), de Alemania: simulación por computadora de 1990

Una simulación por computadora, un modelo de simulación por computador o un modelo informatizado es un programa informático o una red de ordenadores cuyo fin es crear una simulación de un modelo abstracto de un determinado sistema. Las simulaciones por computadora se han convertido en una parte relevante y útil de los modelos matemáticos de muchos sistemas naturales en nuestro caso un sistema productivo, así como de sistemas humanos de economía y psicología.

El estudio de métodos: Es el registro y examen crítico y sistemático, de los modos de realizar las actividades, con el fin de efectuar mejoras. La medición de trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. El estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación y la medición de trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada tal como ha sido determinada por el estudio de métodos. (Kanawaty, G. *Introducción al Estudio del Trabajo*, pág. 487)

Objetivos del estudio de métodos:

1. Mejorar los procesos y procedimientos.
2. Mejorar la disposición y diseño de la fábrica, taller equipo y lugar de trabajo.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Economizar el uso de materiales, maquinaria y mano de obra.
5. Aumentar la seguridad.
6. Crear mejores condiciones de trabajo.
7. Hacer más rápido y sencillo el trabajo.



Diagramas de Proceso

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste y, excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Por lo tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos. De esta forma inicia el estudio de las diferentes técnicas que sirven para registrar y analizar cada uno de los niveles de trabajo.

Los diagramas de procesos son una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes.

TABLA 1. SIMBOLOGÍA DE PROCESOS¹

ACTIVIDAD / DEFINICION	SIMBOLO
Operación Indica las principales fases del proceso Agrega , modifica, montaje, etc.	
Inspección Verifica la calidad y/o la cantidad En general no agrega valor.	
Transporte Indica el movimiento de materiales Traslado de un lugar a otro.	
Demora Indica pausa entre dos operaciones O abandono momentáneo.	
Almacenamiento Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.	
Combinada Indica varias actividades simultáneas.	

¹ Símbolos recomendados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos y adoptados en BSI: Glossary of terms used in managment services, BSI 3138 (Londres, 1991).



Diagrama de recorrido: diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, de los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. Se llama a veces “diagrama de circuito”. (Kanawaty, G. *Introducción al Estudio del Trabajo*, pág. 486)



VI.2 Marco Conceptual

Análisis del Proceso: Consiste en estudiar cada una de las etapas del proceso y determinar la manera en que se debe ejecutar cada tarea y los tiempos que deben tomar para optimizar los recursos y aumentar la productividad.

Flujograma de proceso: Es un método gráfico para representar paso a paso un proceso productivo.

Distribución de planta: Es la ubicación física de las maquinarias y herramientas de trabajo.

Simulación: Es una técnica numérica para representar una realidad y conducir experimentos sobre la misma, en una computadora digital.

Micro Concreto: El MICRO CEMENTO INDUSTRIAL es un revestimiento compuesto por una base cementicia de alta calidad mezclado con polímeros, fibras, áridos y pigmentos colorantes, de gran adherencia a todo tipo de superficies. (*"Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC"*, pág. 119. Martín Meléndez, Orlando Espinoza)

Tamizado: Proceso de colado de la arena; en el caso del método que se sigue actualmente para la elaboración de Teja de Micro Concreto en ECOTEC S.A. consiste en pasarla por tres filtros coladores (5mm, 2.5mm y 1mm) para obtener 40% grano grueso, 40% grano intermedio y 20% grano fino, respectivamente.

Cementicia: Componente a base de hormigón cemento y agua.

Polímeros: Es una pasta que sirve como un poderoso adherente para la mezcla de concretos.

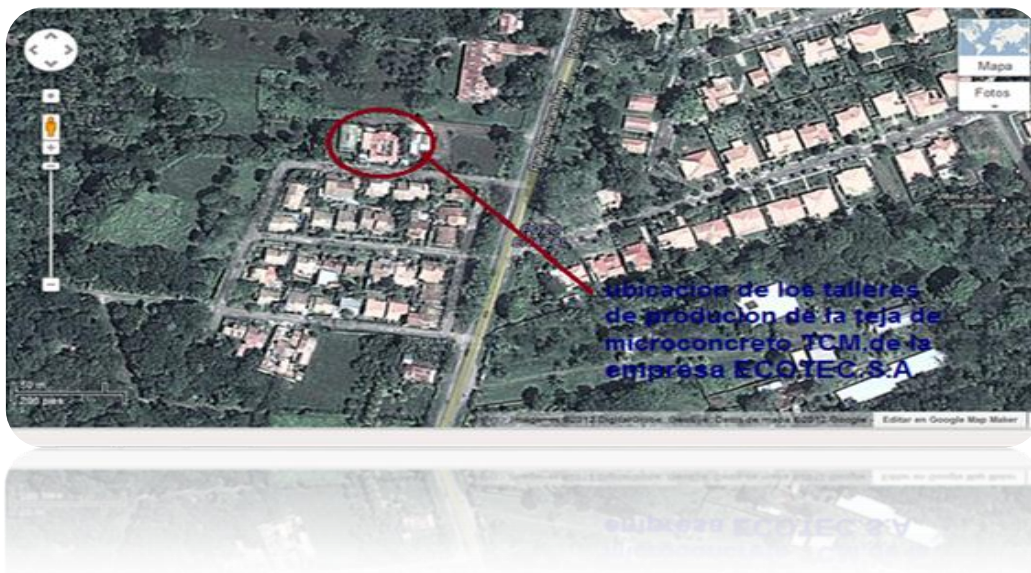
Estiva: Apilamiento vertical de los moldes.



VI.3 Marco Espacial y Temporal

Este estudio tiene lugar en los talleres de producción de la **Teja de Micro Concreto (TMC) de la empresa ECOTEC.S.A.** Ubicado a 3 km del municipio de Diriamba, carretera panamericana Managua en el reparto *Los Maderos* en el periodo de Septiembre a Diciembre del presente año.

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS TALLERES ECOTEC S.A.



Sus coordenadas geográficas son:

LATITUD: 11° 52' 55.596" N LONGITUD: -86° 14' 12.717" W



VI.4 Marco Legal

La Rama de Concreto posee un cuerpo de legislación de apoyo y de políticas específicas para su fomento y expansión, que emanan de las siguientes leyes;

1. Decreto N° 6-94 del 8 de Marzo de 1994 y sus reformas. *Creación de INPYME*: Establece La finalidad principal del INPYME será servir como instrumento para la ejecución e implementación de las políticas, programas y proyectos que en materia de la pequeña y mediana empresa le han sido encomendadas al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC).
2. Acuerdo Ministerial N° 05-2004, Gaceta N° 26 del 6 de Febrero 2004. Procedimiento de exención a la pequeña industria de conformidad al Arto. 197 del Decreto N° 46-2003, reglamento de la ley N° 453, Ley de Equidad Fiscal Establece;

La pequeña industria Artesanal goza de exenciones fiscales en compra de locales e importaciones de insumo, bienes de capital y materiales.

3. Ley 645, la Ley MIPYME fue aprobada el 24 de Enero del 2008 y publicada en el Diario Oficial La Gaceta N0.28 del 8 de Febrero del 2008. La Ley tiene como objeto fomentar y desarrollar de manera integral a la MIPYME, propiciando la creación de un entorno favorable y competitivo para el buen funcionamiento de este sector económico de alta importancia para el país.
4. LEY ORGÁNICA DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN Y TRANSPORTE, Decreto No. 378 de 13 de Junio de 1988.
El Ministerio de la Construcción y Transporte es el organismo de Gobierno, rector de la política de Construcción y Transporte del Estado y como tal es el encargado de fomentar, normar, dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de dicha política.



VII. Diseño Metodológico

Para el desarrollo de una técnica o estrategia metodológica es necesario basarse en los alcances que se persiguen con esta investigación, esto además de los medios disponibles para la gestión de la información, estos recursos darán como resultado una armazón sobre la que se va levantar este trabajo investigativo.

Primeramente se identifica la interrogante del **Tipo de Estudio** que es una connotación que se delimita en los rasgos con los que se han desarrollado las partes anteriores del presente trabajo, por lo que se define un proceso de estudio que se enfoca en un marco temporal actual, específicamente en el segundo semestre del corriente año, un enunciado que fácilmente clasifica la investigación dentro del lineamiento **Prospectivo**, pues se enfoca en datos recopilados desde primer día de visita hasta última medición dentro del tiempo especificado.

Luego del periodo y la secuencia del estudio en donde se retoma el asunto de la delimitación temporal, se agrega que para el análisis de las variables se va utilizar un sistema de simulación el cual no va separar o disgregar la situación real sino que buscara modelar tal cual existe lo que significa que las diferentes variables entraran en juego de manera activa, esta concepción enmarca en una Investigación **Transversal**, donde las variables tienen un seguimiento simultaneo.

A partir de ahí el control que se va generar sobre la situación del proceso será en dependencia de lo que interesa conocer, pues el sistema arrojará toda la información concerniente a esa situación que se sostiene, unidades de medida e indicadores, por consiguiente no se considera necesario definir un tipo de control único si se podría servir del que se desee para explicar mejor los resultados.

Uno de los puntos importantes a definir es el tipo de estudio según análisis y alcance de los resultados, pues de esta parte se refleja la utilidad del presente trabajo, una motivación importante que el software con el que se realizara la simulación permitirá alcanzar pues se llegara hasta la **Experimentación** de situaciones alternas a la actual, en busca de un resultado mejorado; obviamente



el empuje hasta este nivel de investigación tiene una base en los niveles previos pues para simular se tuvo que haber descrito una circunstancia lo más acertada posible para que la fase abstracción mental permita una buena representación gráfica y operativa del trabajo en el sistema.

Lo anterior va sustentado en la característica del sistema, el cual requiere de información **Cuantitativa** de las acciones que se desarrollan, lo que le da más peso y objetividad al resultado, que termina por dar los indicadores de productividad y los componentes que lo conforman, de donde se puede analizar los porqués de los fenómenos. Esta es la última, pero de hecho se puede decir que es la más importante clasificación del estudio pues define la manera en que se van a tratar los datos; para esto se retoman las técnicas estadísticas y matemáticas, ya que para la simulación de la situación real se requiere de un muestreo de la misma, y para que dicho muestreo sea válido debes estar asentado en una base confiable.

El método estadístico² requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego aplicar la siguiente fórmula:

Nivel de Confianza 95,45%

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'(\sum x^2 - \sum(x)^2)}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n= tamaño de la muestra que deseamos calcular (nº de observaciones)

n'= número de observaciones del estudio preliminar.

X= valor de las observaciones.

40= constante para nivel de confianza de 95,45%

² según texto Introducción al Estudio del Trabajo, George Kanawaty – 4ta edición.



Posterior a este punto de clasificación de estudio se sigue con la definición del objeto de investigación de donde se va extraer la muestra, que para el caso del estudio de un sistema productivo correspondería a una porción representativa (por método científico) de cada operación que se va representar en el sistema simulado. Esta muestra podrá variar dependiendo de la variabilidad de los tiempos que arrojen en las mediciones.

La gestión de la información se va realizar de diferentes formas:

- **Entrevistas con los interventores del proceso³**: esta información primaria será dirigida a los encargados de la producción en la planta así como a los obreros que actúan directamente en la transformación.
- **Observación directa⁴**: es la primera técnica y una de las más importantes pues a partir de ahí se va a recurrir para la descripción del proceso y su modelado, y más aun se detectaran, al menos de manera general, las primeras pautas de mejoría.
- **Cronometraje⁵**: esta opción se refiere directamente a la parte cuantitativa de la investigación, la cual juega un papel crucial para que los resultados y su posterior análisis sean reales.
- **Información secundaria⁶**: se cuenta con una información bibliográfica aplicada o específica del tema, que servirá para comparar actuaciones que se estén aplicando.

Todos estos mecanismos de gestión de información van a ser la alimentación para lograr generar una simulación apegada a la realidad y por consiguiente de útil manipulación.

³

⁴ Ver Anexo 2. Guía de Observación y Entrevista. pág. 76

⁵ Ver Anexo 3. Tabla de Estudio de Tiempos. pág. 77

⁶ Ver Bibliografía. pág. 71



VIII. Desarrollo

1) Características de la empresa

La empresa ECOTEC S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de materiales de construcción específicamente bloques, losas de concreto y en especial de Tejas de Micro Concreto.

De acuerdo a la clasificación de las empresas, “ECOTEC S.A.”, es una empresa privada de carácter semi-industrial, opera bajo la dirección del organismo Eco Sur.

Su mercado actual se compone del abastecimiento a proyectos de la misma institución, como principal demanda; así como la venta al público en general.

La manufactura actual que se utiliza en los talleres es “por producción”, o sea por día lote, actualmente se emplean siete trabajadores, distribuidos de la siguiente forma, tres se encuentran en la elaboración de losa, dos en la elaboración de bloques y dos en la elaboración de Tejas de Micro Concreto.

ECOTEC S.A., se encuentra dentro del sector MIPYME de la Construcción, por lo que debe de cumplir con los requerimientos de esta clasificación productiva, así como del MITRAB y propiamente del Ministerio de la Construcción y Transporte.

El perfil de esta empresa es mantenerse en el mercado y aspira a conseguir una mejor posición dentro de su rama.



Organigrama actual de ECOTEC S.A.

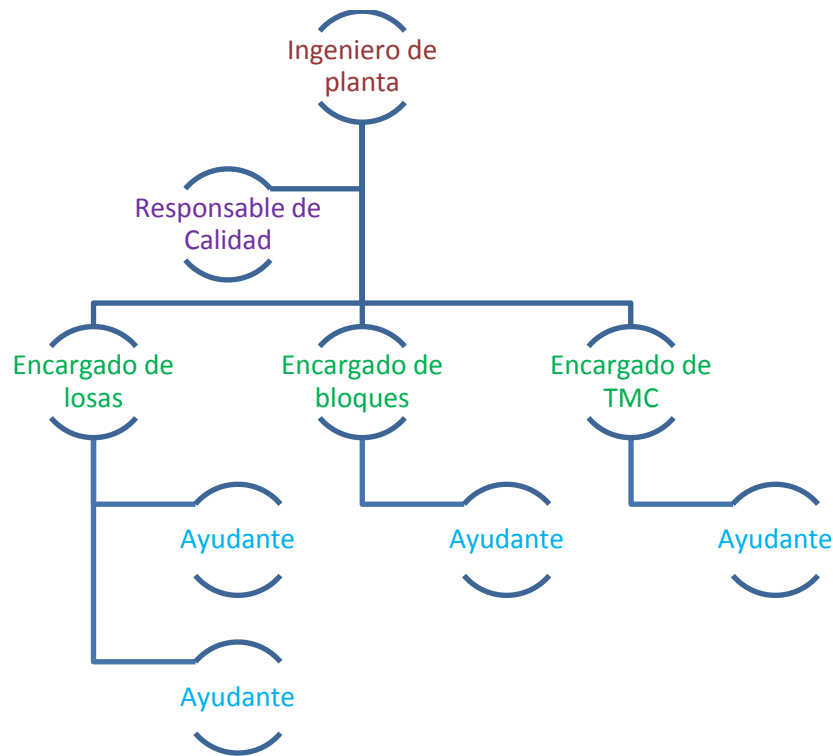


ILUSTRACIÓN 2. ORGANIGRAMA ECOTEC S.A.

2) La Teja de Micro Concreto:

La Teja de Micro Concreto (TMC) es un elemento de cubierta cuyas cualidades térmicas, hidráulicas, acústicas, de duración y resistencia mecánica a los impactos son iguales o superan a los de otros similares, su producción es realizada en forma semi-industrial para el que se procesan: cemento, agua y arena.



Se fabrican varios tipos de tejas (solo la forma varia): romana y canalón. Además cuenta con accesorios tales como caballete, laterales o botaguas y tapa honda para cumbrera.

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Producto	Teja de 8 mm	Teja de 10 mm
<i>Unidades /m²</i>	12.5 u	12.5 u
<i>Dimensiones neta (mm)</i>	500 x 250	500 x 250
<i>Dimensión útil</i>	400 x 200	400 x 200
<i>Peso (kg) aprox. Unidad</i>	2.5	3.00
<i>Peso (kg) aprox. m²</i>	31.2	37.5
<i>Conductividad térmica</i>	0.5 watt/m °C	0.5 watt/m °C
<i>Durabilidad</i>	Techos en buen estado con más de 20 años.	
<i>Resistencia: Flexión</i>	>60 kg	>80 kg
<i>Resistencia: Impacto Aprox. Con esfera de 220g</i>	Caída libre de una altura de 300 mm	Caída libre de una altura de 400 mm
<i>Rendimiento cemento Aprox./ bolsa de 42.5 kg</i>	80 u	64 u
<i>Rendimiento cemento Aprox./ bolsa de 50 kg</i>	68 u	54 u
<i>Producción de teja: Hombre / Día</i>	100 a 200	100 a 200
<i>Pendiente mínima recomendable</i>	30°	30°



3) El proceso productivo de la teja de micro concreto.

a) Materiales para la elaboración de la Teja de Micro Concreto:

- **Cemento:** la empresa ECOTEC.S.A utiliza cemento Tipo 1, también conocido popularmente como “Portland”; el proveedor actual de este material es Holcim, marca seleccionada por los encargados para este periodo del año por tener un secado un tanto más rápido que la competencia. Las proporciones de cemento que emplean talleres de producción de la empresa son entre 0,6 y 1,0 kg de cemento, en dependencia de su espesor y tipo.
- **Arena:** En este caso emplean arena “Motastepe”, y el proveedor es la empresa Arenic. Cada teja utiliza entre 1.2 y 1.8 kg. de arena. Algunas características deseables en esta materia prima es que sea de partículas angulares y una buena distribución de granos, (entre 0.06 a 4 mm), libre de arcilla y limo.

La selección de este proveedor y principalmente del tipo de arena (Motastepe) se sustenta en el efectivo cumplimiento de las cualidades requeridas antes mencionadas y es que después de ocho años de operación se ha confirmado por experiencia y por pruebas granulométricas⁷ que las proporciones en la distribución del tamaño del grano, con las que se recibe cada cargamento de arena es aproximadamente el requerido para la elaboración de la Teja de Micro Concreto.

- **Agua:** Debe usarse limpia, preferentemente potable. Es muy importante garantizar su correcta dosificación para que se obtenga una buena resistencia en las tejas.

⁷ Ver Desarrollo, Etapa preliminar. pág. 30



- **Aditivos:** Pueden utilizarse impermeabilizantes si las arenas no tienen buena granulometría y colorantes si se desea obtener otra apariencia. Los talleres de producción de la empresa ECOTEC S.A. anteriormente utilizaban aditivos en la mezcla de concreto de la teja pero en las sesiones de producción que se están presentando actualmente el aditivo ya no se está utilizando, esto debido principalmente a la necesidad de reducir los costos de material, para realizar esta acción el encargado de calidad realizó pruebas a productos sin la añadidura del aditivo y como se obtuvieron resultados positivos se concluyó que la mezcla podría funcionar de igual forma que lo hace con el aditivo.
- **Alambre:** este es un elemento extra que recientemente se agregó y sirve para la fijación de las tejas al techo donde será instalada es necesario que disponga de un elemento de soporte de alambre, si se adopta este método. Se necesitan por teja 10 cm de un alambre de 1.4 mm.

b) Equipamiento necesario que interviene en el proceso de producción de la Teja de Micro Concreto.

En los talleres de producción de la empresa se cuenta:

- **Mesa vibratoria:** Está formada por una superficie que vibra y marcos articulados a esta, intercambiables para producir diferentes tipos y espesores de tejas. El dispositivo vibratorio puede ser movido manualmente o alimentado por corriente alterna o por medio de una batería de automóvil. En el caso del taller la mesa vibratoria está conectada a corriente alterna y es accionada con un interruptor de corriente.



ILUSTRACIÓN 3. MESA VIBRATORIA



- **Mezcladora de concreto industrial:** Se utiliza una mezcladora de concreto “trompo” diseñadas para trabajo pesado y continuo.



ILUSTRACIÓN 4. MEZCLADORA DE CONCRETO INDUSTRIAL

Además se utilizan las herramientas comunes de albañilería:

- **Cuchara de albañil moldeadora de concreto:** Para dar proporciones parejas del concreto al molde.



ILUSTRACIÓN 5. CUCHARA DE ALBAÑIL

- **Moldes plásticos:** Utensilios propios para producir Teja de Micro Concreto (TMC), en los que se le da la forma y donde pasan la primera fase de curado.



ILUSTRACIÓN 6. MOLDES PLÁSTICOS



c) Descripción de las actividades del proceso:

Etapa preliminar. Recepción de la Arena.

De los tres elementos principales que se utilizan para la elaboración de Teja de Micro Concreto se presta mayor atención a la selección del tipo de arena que se emplea pues se requiere que esta cumpla con varias condiciones de calidad que garanticen precisamente la calidad del producto final.

Como se ha mencionado, Arenic provee de la arena “Motastepe” en cargamentos transportados por camiones con capacidades aproximadas de 8 m³, este producto es una de las materias primas que se utilizan para los tres productos principales de la empresa pero previo a su recepción y almacenamiento se somete a pruebas muestrales de calidad en las que se verifican principalmente:

a) Ensayo de Granulometría⁸.

- Se preparan la caja, los tamices de 5mm, 2.5mm y 1mm y la pesa.
- Se extrae de manera aleatoria 1 kg de arena seca como muestra.
- Se pesa dicha muestra
- Luego se colocan los tamices dentro de la caja, del menor diámetro al mayor.
- Se vierte la arena, procurando que no se derrame nada y se agita suavemente.
- Posteriormente se extrae, pesa y anota los pesos de los tamices con el retenido y además lo que se encuentra en el fondo de la caja. El peso obtenido por separado y sumado debe ser igual al inicial (1kg)

⁸ ("Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC", pág. 45. Martin Meléndez, Orlando Espinoza)



El resultado de este ensayo debe confirmar las proporciones de tamaño del grano con que viene el cargamento en 40% grueso, 40% intermedio y 20 % fino. Estas proporciones son requeridas únicamente por la empresa para la elaboración de la Teja de Micro Concreto pues para los otros dos productos no se tiene mayor exigencia que un grano inferior a los 5.5 mm de diámetro.

b) Ensayo de Contenido de Arcilla y Limo⁹.

- Se toma una muestra aleatoria de arena de aproximadamente 0.25 kg.
- Se vierte en un recipiente transparente de boca ancha hasta obtener una altura de aproximadamente 5 o 6 c.
- Se añade agua hasta un nivel de 6 cm por encima del nivel de la arena. (si se tiene a mano sal común se le añade media cucharadita al agua, esto ayudara a la precipitación de la arcilla).
- Se agita fuertemente el recipiente durante 30 seg.
- Para lograr la precisión requerida la altura del recipiente debe ser, por lo menos, igual al doble de su diámetro.
- Se coloca el recipiente sobre una superficie a nivel y después de al menos una hora, cuando el agua está clara, se mide el espesor de la capa de arcilla y limo (h_1), y el espesor total de la capa de material (h_2).
- Se calcula el contenido de arcilla midiendo las alturas h_1 y h_2 (en milímetros) y multiplicando el resultado por 100, es decir:

$$h_1 / h_2 \times 100 \% \leq 4\%$$

El resultado de esta prueba garantiza la limpieza del cargamento de arena al momento de ser recepcionado, sin embargo se requiere de un adecuado almacenamiento para mantenerlo de esa forma.

⁹ ("Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC", pág. 42. Martin Meléndez, Orlando Espinoza)



A pesar de que la experiencia ha dado gran confianza con este proveedor y con el tipo de arena que comercializa, es una responsabilidad del encargado de calidad realizar estas pruebas al momento del ingreso de un cargamento de arena, el cual es descargado solamente si cumple con ambas pruebas.

1. Tamizado

Etapa que se realiza actualmente para la limpieza y clasificación de la arena, en la que se utilizan tres medidas de tamiz (5mm, 2.5mm y 1mm) para separar los tamaños de grano de esta materia prima.

Se procede a separar las diferentes calidades de arena, separar el grano de arena inservible, y cualquier tipo de basura que traiga consigo mediante una zaranda,



ILUSTRACIÓN 7. TAMIZADO

2. Preparación de la mezcla

- Ya con los insumos adecuados se elabora la mezcla en una mezcladora de concreto industrial, con proporciones aproximadas de:
 - ✓ arena: 5 baldes (40% grueso, 40% intermedio, 20% fino)
 - ✓ cemento: 1 bolsa
 - ✓ agua: 18-23 lts.



ILUSTRACIÓN 8. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

3. Colocar la lámina plástica sobre la mesa vibratora:

Se coloca la lámina plástica de interface sobre la mesa vibratoria para evitar que la mezcla de concreto se adhiera a la mesa vibratoria.

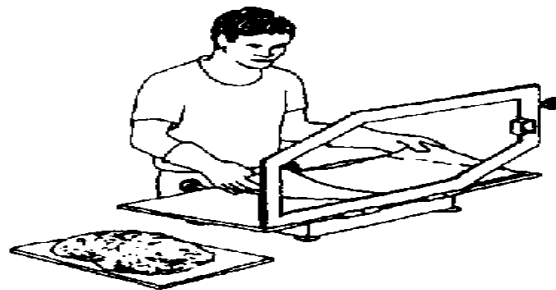


ILUSTRACIÓN 9. COLOCAR LA LÁMINA PLÁSTICA SOBRE LA MESA VIBRADORA

4. Fijar el marco de a la mesa al plástico:

Se baja el marco articulado y se fija a la mesa para que la lámina de plástico no se desplace hacia ningún lado.



ILUSTRACIÓN 10. FIJAR EL MARCO DE A LA MESA AL PLÁSTICO



5. Colocar el mortero sobre la lámina:

Se coloca la cantidad necesaria de mortero.



ILUSTRACIÓN 11. COLOCAR EL MORTERO SOBRE LA LÁMINA

6. Distribuir y alisar el mortero bajo vibración:

Se distribuye, compacta y alisa el mortero con ayuda de la cuchara de albañilería y de la vibración de la mesa por espacio de 30 seg. aproximadamente.



ILUSTRACIÓN 12. COLOCAR EL MORTERO SOBRE LA LÁMINA



7. Rellenar la cajuela del tacón de fijación e inserte el lazo de alambre.

Se rellena, sin vibración, el suplemento para el tacón, se coloca en el mismo el lazo de alambre y se vibra posteriormente un par de segundos.

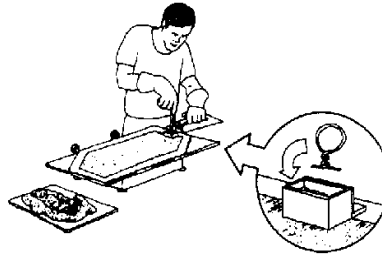


ILUSTRACIÓN 13. RELLENAR LA CAJUELA DEL TACÓN

8. Trasladar la lámina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba:

- Se abren los cierres de fijación del marco a la mesa y se levanta este para trasladar la mezcla moldeada al molde donde se secará.
- Se coloca el molde en los soportes correspondientes de la mesa
- Se tira horizontal y suavemente de la lámina por sus extremos delanteros manteniendo estirado el correspondiente borde y se coloca en el molde en la posición adecuada.
- Se coloca la teja moldeada en la estiba.



ILUSTRACIÓN 14. TRASLADO DE LA LÁMINA CON MORTERO FRESCO AL MOLDE



9. Secado de la teja dentro de los moldes:

Se deja secar la mezcla de concreto de 16 a 24 horas dentro de la bodega de almacenamiento.



ILUSTRACIÓN 15. SECADO DE LA TEJA DENTRO DE LOS MOLDES

10. Desmoldado de la teja:

- Se desmolda a las 16-24 horas, y se retira la lámina plástica.
- Se verifica la forma de la teja y se eliminan rebabas que puedan haber quedado alrededor del borde



ILUSTRACIÓN 16. DESMOLDADO DE LA TEJA



11. Curado de las tejas en las pilas que contienen agua:

Se procede al curado de la teja sumergiéndola en un tanque con agua por espacio de siete días.



ILUSTRACIÓN 17. CURADO EN LAS PILAS

12. Extracción de las tejas de las pilas para su secado al aire libre:

Posteriormente se almacenan en los patios al aire libre por periodo de veinte y un días, luego de las cuales están aptas para el uso.



ILUSTRACIÓN 18. SECADO AL AIRE LIBRE



4) Pruebas de calidad:

Cuando las tejas ya están aptas para el uso se someten a tres pruebas de calidad:

- **Humedad:**

Se procede a sellarse ambos extremos de la teja con cemento puro para crear una especie de recamara, se vierte agua en ese espacio y se deja por varias horas, si el agua logra filtrar en forma de gota a través de la teja no pasa la prueba de calidad, y si solamente se humedece sin filtración la teja pasa la prueba.

- **Impacto:** la prueba de impacto o también llamada dentro de la empresa “el balinazo” consiste en dejar caer a través de un conducto de metal (tubo de hierro) de 0,3048 metros un balón de 453.6 gramos al centro de la teja, luego del impacto se verifican los estragos que la prueba le pudo ocasionar a la teja, podrían no ser visibles, así que se sumerge la teja en agua para ver la magnitud de las grietas. Si la teja se rompe obviamente no pasa pero si solamente se agrieta pasa la prueba.

- **Resistencia de peso:**

Mediante un dispositivo fabricado específicamente para este tipo de productos se le aplica peso gradual por medio de una palanca al centro de la teja, el peso que se va aplicando es el de agua que se vierte en un recipiente.

Los resultados de este ensayo deben ser:

	A las 24 horas	A los 28 días
Tejas de 8 mm de espesor	15kg	60kg



5. Cursograma analítico seguido en los talleres de la empresa ECOTEC.S.A

Numero de actividad	Descripcion de la actividad	cantida	Distancia (m)	Tiempo (min)	simbolos					actual	propuesta	
					○	□	D	□	▽			
	Objetivo: tejas de micro concreto	Actividades								actual	propuesta	
	Actividad: proceso productivo de la teja de micro concreto	Operación			○					12		
	Método: Actual	Transporte			→					6		
	Lugar: Área de producción	Demora			D					0		
	Operario(s):	Inspección			□					0		
	Compuesto:	Almacén			▽					2		
	Aprobado por:	Distancia (m)								44.5		
		Tiempo (min)								13194.1956		
1	Traslado de la arena al lugar de moldeado		12	7							A mano	
2	tamizado de la arena			20							A mano	
3	traslado a mezcladora		8	2							A mano	
4	preparación de la mezcla			10							maquina	
5	verter mezcla a carretilla			0.83							A mano	
6	Traslado a proceso de moldeado		3.5	1							A mano	
7	verter mezcla en contenedor			0.116							A mano	
8	MOLDEADO											
8.1	se coloca la lámina plástica sobre la mesa vibradora:			0.0833							A mano	
8.1	se coloca el mortero sobre la lámina			0.0833							A mano	
8.1	se distribuye y alisa el mortero bajo vibración:			0,66							A mano	
8.1	se procede a rellenar la cajuela del tacón de fijación e inserte el lazo de alambre.			0,05							A mano	
8.1	ahora se traslada la lámina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba:		2	0.083							A mano	
9	Secado de la teja dentro de los moldes:			1440							A mano	



10	Desmoldado de la taja:			60						A mano
11	se traslada las tejas donde se curaran en las pilas que contienen agua:		8	60						A mano
12	curado en pilas			10080						A mano
13	se trasladan las tejas de las pilas al patio para su secado al aire libre:		11	60						A mano
14	secado en patio			1440						A mano
15	Pruebas de calida			20						
	TOTAL		44.5	13194.2	11	6	0	0	3	

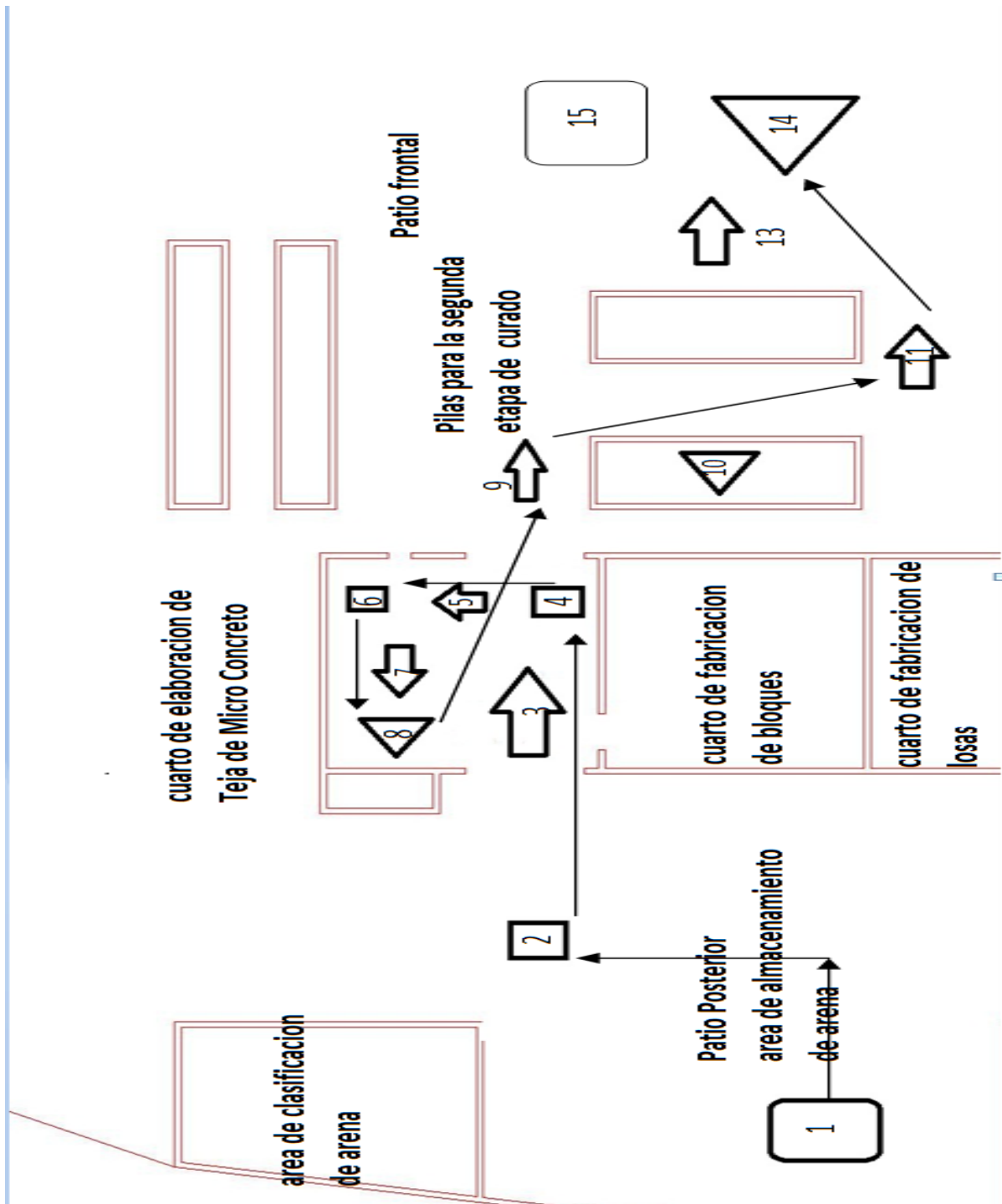
TABLA 3. CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS ACTIVIDADES DE PROCESO.

En el cursograma se detallan las operaciones que se siguen en el proceso, registrando un detalle mas cuantitativo del mismo pues se incluye el factor tiempo y distancia, esta herramienta de la ingenieria industrial permite el analisis mas preciso de la situacion actual del proceso.

Los resultados que arroja son 44.5 metros de distancia recorrido a lo largo del proceso.



6) Diagrama de recorrido actual.





El diagrama de recorrido o de circuito nos detalla de manera más grafica los desplazamientos que se incurren a lo largo del proceso, esto precisamente sobre el plano de la empresa, en general se puede detallar que las operaciones 1-2 se ubican en el área de descargue y almacenamiento de arena, luego las operaciones del 3-8 se realizan propiamente en el cuarto de proceso de teja (TMC), finalmente las operaciones del 9-14 tienen lugar en los patios principales pasando por las pilas de curado y luego al aire libre como se describió antes.



7) PRUEBA PILOTO.

En la prueba piloto se presenta la situación actual de la empresa en cuanto al proceso productivo, a través de una simulación por computadora utilizando el software arena. Se realizaron mediciones de tiempos por actividades del proceso y posteriormente se introdujeron a la entrada de análisis de datos del software.

Se presentara los resultados que arroja el software arena en cuanto al comportamiento de los recursos, tiempos de valor agregado del producto en todo el proceso así como el no valor agregado, entre otros.

La primera parte corresponde al promedio de procesamiento de materia prima de la planta. Como la versión del software arena en que se está trabajando es una versión de prueba, el número de entidades que se permiten simular es algo limitativo (permite simular solamente 115 entidades), había que ingresar datos o unidades de medidas de las proporciones de materia prima por cargamento (un cargamento, 5 baldes de arena, un quintal de cemento 23 litros de agua). Es por eso que se observa en la tabla promedio (average) 5.

11:38:12PM

Category Overview

November 14, 2012

Unnamed Project

Replications: 1

Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

5

TABLA 4. RESULTADO DEL PROCESAMIENTO ACTUAL

Otro indicador muy importante que se debe mostrar son los tiempos por entidad (Time per Entity), que se muestran dentro del reporte "Process"



Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
aprovisionamiento para moldeo	0.1160	(Insufficient)	0.1160	0.1160
desmoldado	60.0000	(Insufficient)	60.0000	60.0000
mezclado	10.0000	(Insufficient)	10.0000	10.0000
moldeado de la teja	1.1160	(Insufficient)	1.1160	1.1160
tamizado de arena	22.0000	(Insufficient)	22.0000	22.0000
verter mezcla a carretilla	0.8300	(Insufficient)	0.8300	0.8300

TABLA 5. DETALLE DE TIEMPO POR ENTIDAD

Esta parte indica un promedio de duración de las actividades que involucran un valor agregado.

Otros datos importantes dentro del mismo reporte de procesos son los tiempos acumulados por actividades donde hay valor agregado al producto.

Accumulated Time

Accum VA Time	Value
aprovisionamiento para moldeo	0.5800
desmoldado	120.00
mezclado	50.0000
moldeado de la teja	5.5800
tamizado de arena	110.00
verter mezcla a carretilla	4.1500

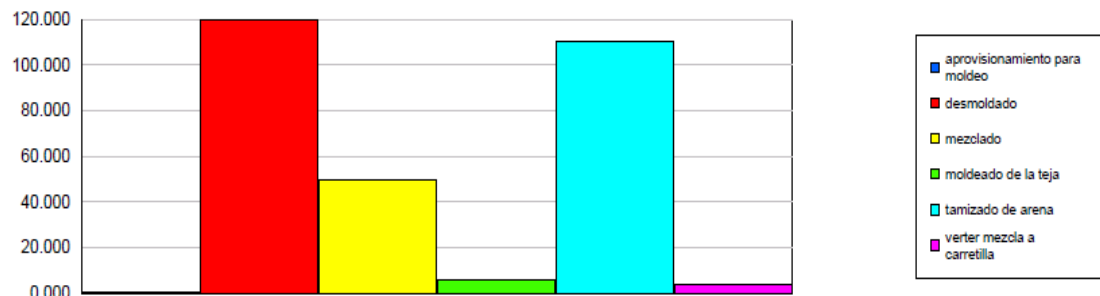


TABLA 6. DETALLE DE TIEMPOS ACUMULADOS EN ACTIVIDADES.



También tenemos siempre dentro del reporte de procesos, los números de entrada de las entidades así como las salidas al finalizar el proceso.

Other

Number In	Value
aprovisionamiento para moldeo	5.0000
desmoldado	3.0000
mezclado	5.0000
moldeado de la teja	5.0000
tamizado de arena	4.0000
verter mezcla a carretilla	5.0000

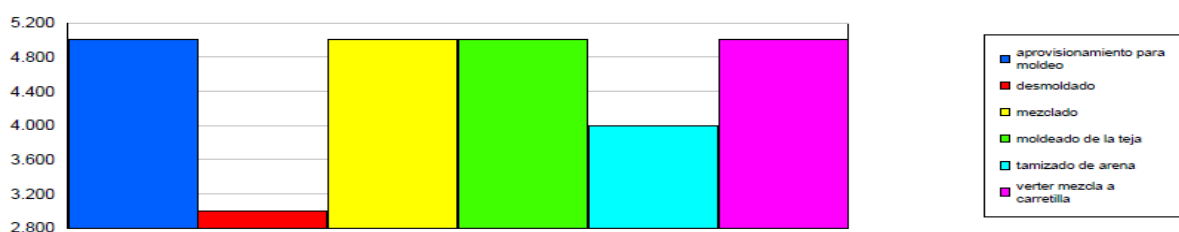


TABLA 7. CUANTIFICACIÓN DE ENTRADA AL PROCESO

Y el número de salidas del proceso.

Number Out	Value
aprovisionamiento para moldeo	5.0000
desmoldado	2.0000
mezclado	5.0000
moldeado de la teja	5.0000
tamizado de arena	5.0000
verter mezcla a carretilla	5.0000

TABLA 8. ESPECIFICACIÓN DE SALIDAS DEL PROCESO.

Algo que no se debe obviar dentro de cualquier proceso productivo son las colas y arena también presenta un reporte de esto. La tabla presenta el promedio de tiempo en minutos de las colas que se generan dentro de las actividades.



Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
aprovisionamiento para moldeo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
desmoldado.Queue	0.1296	(Insufficient)	0.00	1.0000
elementos para la mezcla.Queue1	0.5950	(Insufficient)	0.00	3.0000
elementos para la mezcla.Queue2	0.9455	(Insufficient)	0.00	3.0000
elementos para la mezcla.Queue3	0.1169	(Insufficient)	0.00	2.0000
mezclado.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
moldeado de la teja.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
tamizado de arena.Queue	0.2276	(Insufficient)	0.00	3.0000
union de los elementos para mezcla.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	3.0000
verter mezcla a carretilla.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

TABLA 9. DETALLE DE LAS COLAS O "ESPERAS" QUE SE GENERAN EN EL PROCESO

Así también se puede describir la situación de utilización de los recursos. Arena presenta un promedio en porcentaje del desempeño real del operario.

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
aprobicionador	0.00138425	(Insufficient)	0.00	1.0000
mezclador_de_concreto	0.1193	(Insufficient)	0.00	1.0000
moldeador	0.01331742	(Insufficient)	0.00	1.0000
retirador de moldes	0.2899	(Insufficient)	0.00	1.0000
tamizador	0.2601	(Insufficient)	0.00	1.0000
transportador_demezcla	0.00990453	(Insufficient)	0.00	1.0000

TABLA 10. PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS.



8) Esquema de la prueba piloto

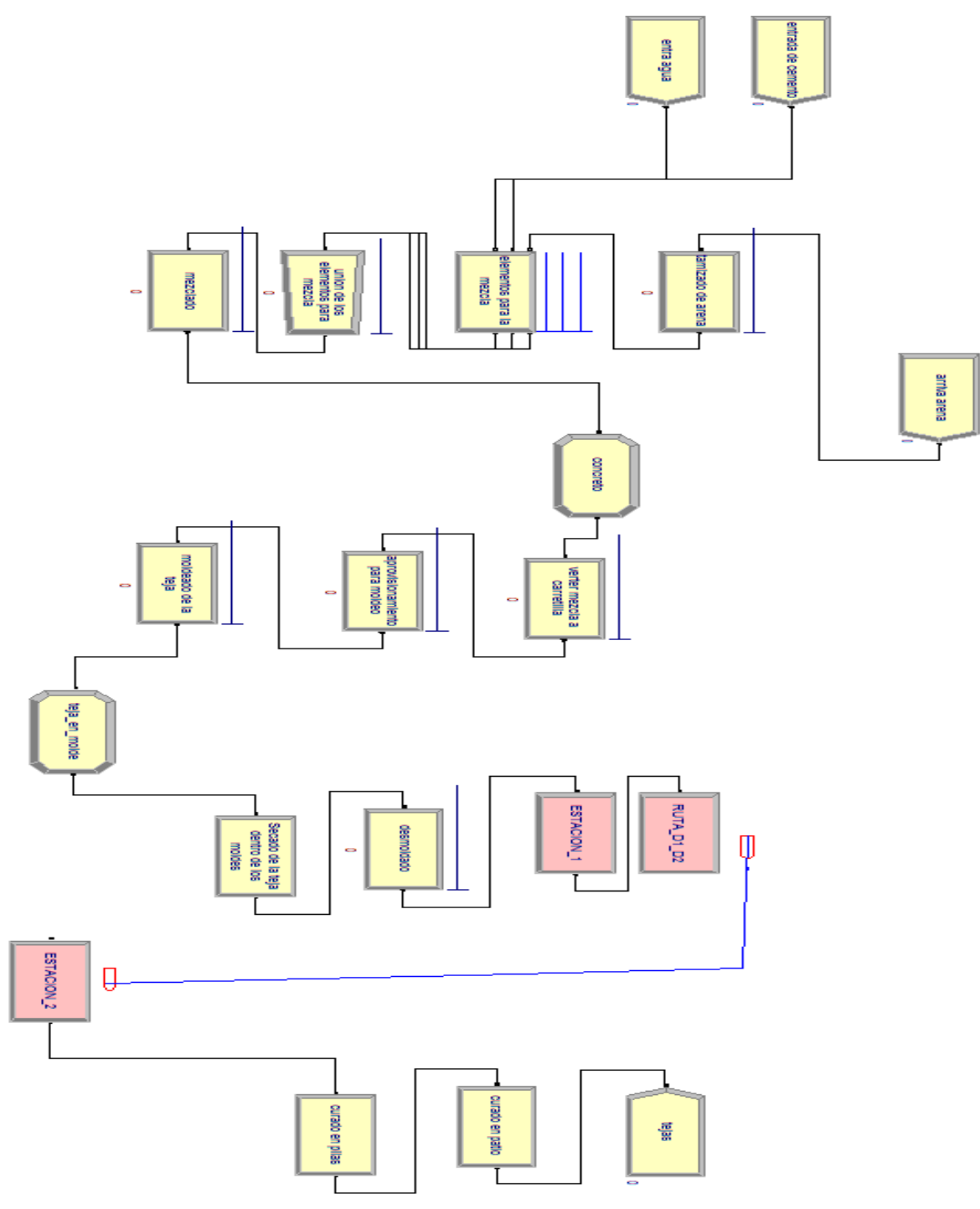


ILUSTRACIÓN 20. SIMULACIÓN 1



Simbología del diagrama arena:

El DISPOSE es el comienzo del proceso representa la entrada de materia prima



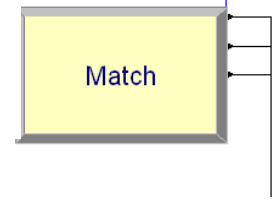
El CREATE es el fin del proceso representa la salida del producto.



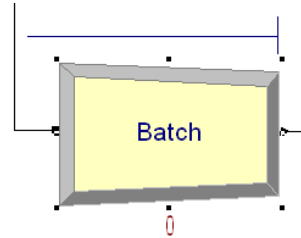
El PROCESS es el indicador de los procesos que se realizan



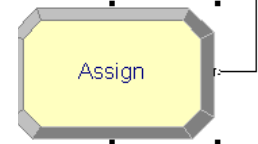
El MATCH es el indicador de unión de tres materias prima (arena.aqua.cemento)



El BATCH es el elemento que indica la salida de una sola entidad luego de haberse unido en el



El ASSIGN es el indicador de transformación de materia prima representándola con



El ruta obviamente para indicar rutas de recorrido del proceso.





9) Propuesta de mejora del sistema productivo de la teja de micro concreto.

Uno de los objetivos específicos que persigue la investigación es presentar una propuesta de mejora al sistema productivo en los talleres de producción de la Teja de Micro Concreto. Para poder lograr este objetivo era necesario identificar la situación actual del proceso productivo y posteriormente realizar una simulación en el Software Arena para poder así determinar el o las áreas donde se efectuara la mejora.

Hay que mencionar que actualmente el proceso productivo de la teja cuenta con 13 actividades y 5 sub actividades de la etapa de moldeado haciendo un total de 18 actividades. Para poder realizar un recorte de actividades más ordenado y eficiente dentro del proceso productivo hay que identificar la etapa o actividad primaria a eliminar y la descripción técnica y justificada de porqué de esta reforma.

A. Primera área a mejorar: “tamizado de arena”

De acuerdo con las observaciones realizadas y los resultados obtenidos en el análisis de tiempos dentro del Software Arena la primera actividad a mejorar sería el “tamizado de arena”.

Numero de actividad	Descripción de la actividad	Tiempo en (minutos)
1	Tamizado de la arena	20
2	Traslado a mezcladora	2
3	Preparación de la mezcla	10
4	Verter mezcla a carretilla	0.83
5	Traslado a proceso de moldeado	1
6	Verter la mezcla en el contenedor	0.116

TABLA 11. ANÁLISIS DE ACTIVIDADES A MODIFICAR, TAMIZADO

Primera etapa a optimizar

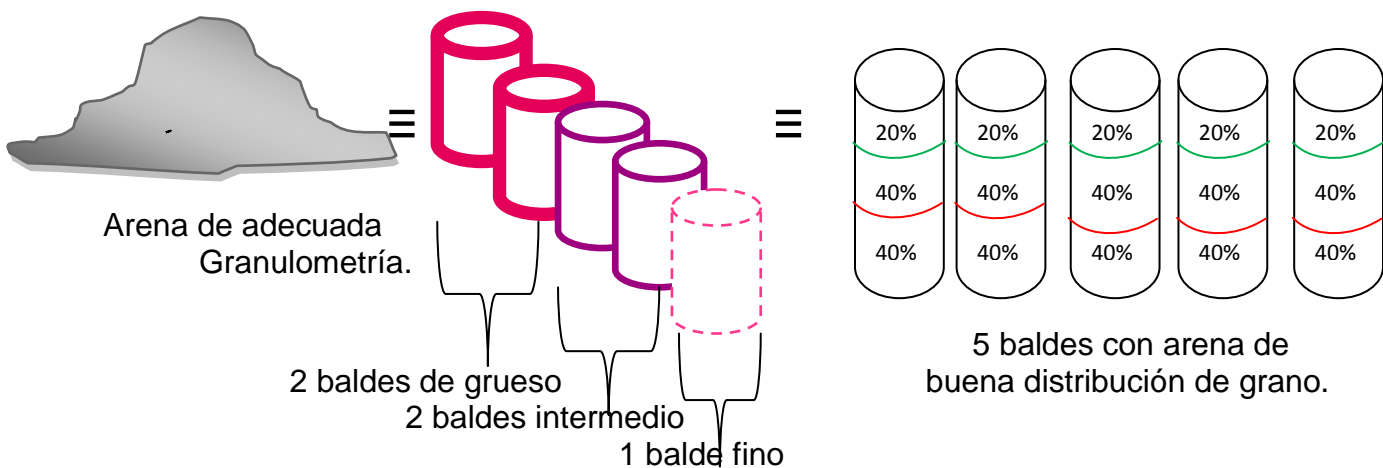


El tamizado de arena es una actividad que se realiza por lo menos 5 veces al día y es un proceso auxiliar al que recurren únicamente los encargados de la producción de la Teja de Micro Concreto con 3 objetivos:

- Separar las calidades de arena, 40% grano grueso, 40% intermedio, 20% fino.
- Despojar de cualquier excedente de basura no propio de la arena.
- Extraer el grano de arena que exceda en tamaño apropiado (excediendo los 5 mm de diámetro).

Se especifica que únicamente es requerido en la elaboración de Teja de Micro Concreto pues como se mencionó anteriormente, los otros procesos (losa y bloque) únicamente requieren de una operación de tamizado, pasando por el tamiz de 5mm.

De estas tres sub-etapas que se realizan en el tamizado de arena se encontró que la separación las calidades de arena era una actividad que estaba de más, pero ¿porque? Gráficamente podemos ejemplificar porque se puede suprimir esta actividad:



En la descripción del proceso se especifica las pruebas con las que se inspecciona y evalúa la arena como materia prima adecuada para el tipo de producto, y por consiguiente para que pudiera ser recepcionada en los talleres de producción. Se le aplica una prueba de calidad que consiste en determinar la granulometría de la arena



para saber si cumple con el estándar de la empresa del 40% grano grueso, 40% intermedio, 20% fino, esto además de la prueba de contenido de arcilla y limo. De tal forma que si se está constatando que se cuenta con una materia prima adecuada, no se requiere de la *acción alternativa*¹⁰ de separación en tamaños de grano pues esta es una acción auxiliar que se recomienda cuando no consigue una materia prima que cumpla con las cualidades deseables.

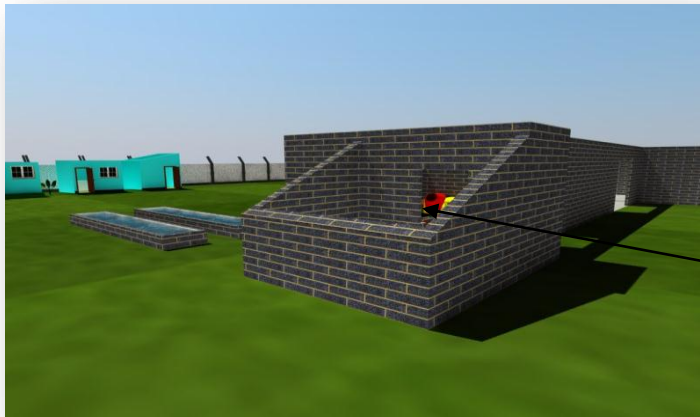
Si en los talleres se realiza esta prueba de calidad para cada cargamento de arena que llega y además se determina la granulometría, ¿para qué se debe de realizar una separación de las calidades de arena si se sabe que el cargamento de arena que entra cumple con la norma que se requiere? En lugar de realizar esta acción adicional se recomienda ampliar el tamaño de la muestra con que se inspecciona el cargamento y así tener una mayor certeza de la que ya garantiza la prueba, esto sin incurrir en mayor utilización de recursos a como se está empleando actualmente.

Sin embargo, hay que recordar que el tamizado de arena también sirve para eliminar excedentes no propios de la arena, entonces para eliminar el procedimiento de separación de las calidades de arena y conservar el limpiado de excedente de basura no propio de la arena y la extracción del grano de arena que exceda en tamaño apropiado, se presenta la propuesta de optimización de la etapa tamizado de arena.

- Se recomienda la construcción de una recámara de concreto para el almacenamiento de la arena al momento de su llegada al taller de producción. La recámara deberá de ser construida en un lugar estratégico y diseñada no solamente para almacenar la arena sino también para tamizarla al mismo tiempo, una acción que favorecerá la homogeneidad de la distribución del grano en todo el volumen del material. Para esto deberá contar con:

¹⁰ ("Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC", pág. 49. Martin Meléndez, Orlando Espinoza)

1. Diseño especial para la realización del tamizado. Deberá tener un grado de inclinación de 70 grados en uno de sus lados.



Inclinación lateral

ILUSTRACIÓN 21. VISTA 1 DE RECAMARA PARA ARENA

2. Una capacidad apropiada para que abastezca a la demanda de producción del taller. Esto hace referencia al tamaño de la recamara, las dimensiones serán de 5 metros de largo, 3.5 metros de ancho y 1.7 metros de alto en su parte más baja. Volumen en el que quepan 12 m^3 de arena, una cantidad superior a la que regularmente se transporta, además puede decidirse que aquí se deposite únicamente el porcentaje necesario para la producción de Teja de Micro Concreto, aproximadamente un 40% del cargamento, el restante se destinaria aparte para suplir los demás procesos.

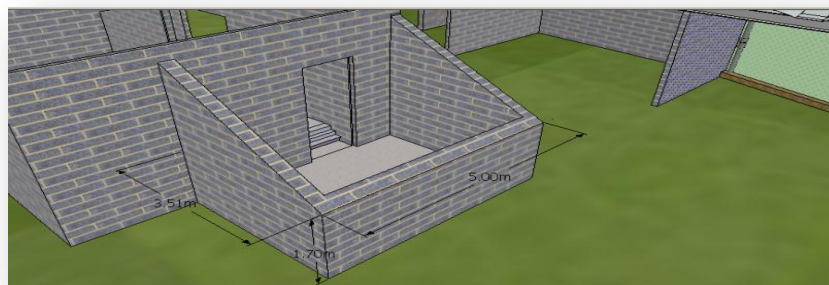
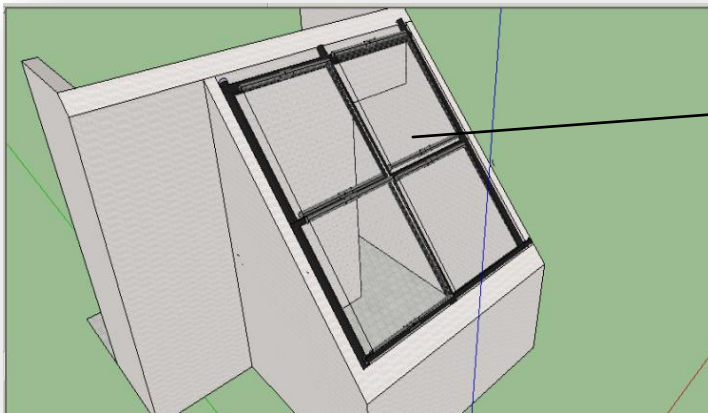


ILUSTRACIÓN 22. MEDIDAS DE RECAMARA PARA ARENA



3. Una armazón metálica desarmable, dividida en cuatro secciones que cuente con el filtro de tamizado de 5 mm (que separa principalmente el grano demasiado grande), ubicado en la boca de la recámara. De esta forma se podrá realizar el tamizado de arena justamente al momento que se está realizando la descarga en la recámara de almacenamiento.



Estructura
aprovisionada del
filtro de tamizado
de 5 mm para
grano grueso y
basuras.

ILUSTRACIÓN 23. DISPOSITIVO DE TAMIZADO EN RECÁMARA

4. Una entrada lateral para la extracción de arena. El objetivo de esta entrada es realizar la extracción del material pero de forma más eficiente y cómoda; eficiente porque el operario se ahorra tiempo en trasladar el material al lugar de preparación de la mezcla; y cómoda porque la ubicación estratégica del almacén reduce el esfuerzo y la fatiga al estar trasladando cada carga de arena al lugar de preparación de la mezcla.

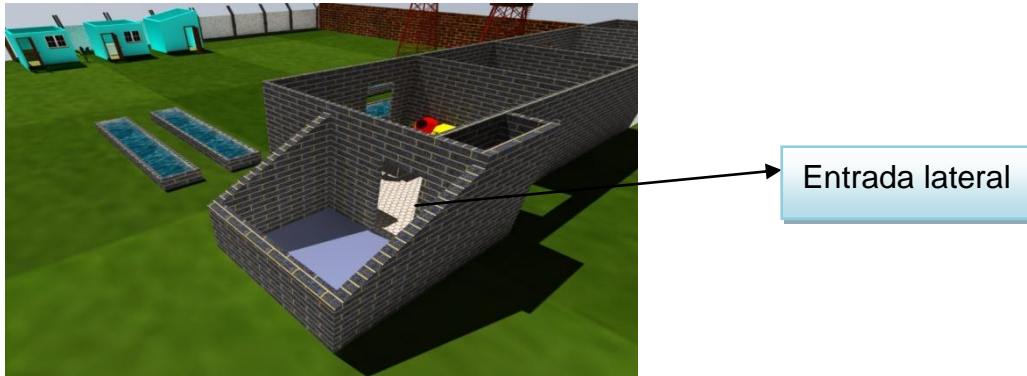


ILUSTRACIÓN 24. ACCESO LATERAL A LA RECÁMARA

5. Y una tapadera metálica movable para proteger el material de basura y así garantizar que esta materia prima cumpla con el requerimiento de “contenido de arcilla y limo” que se verifica en su ingreso pero que no se mantiene por las condiciones en las que se almacena.

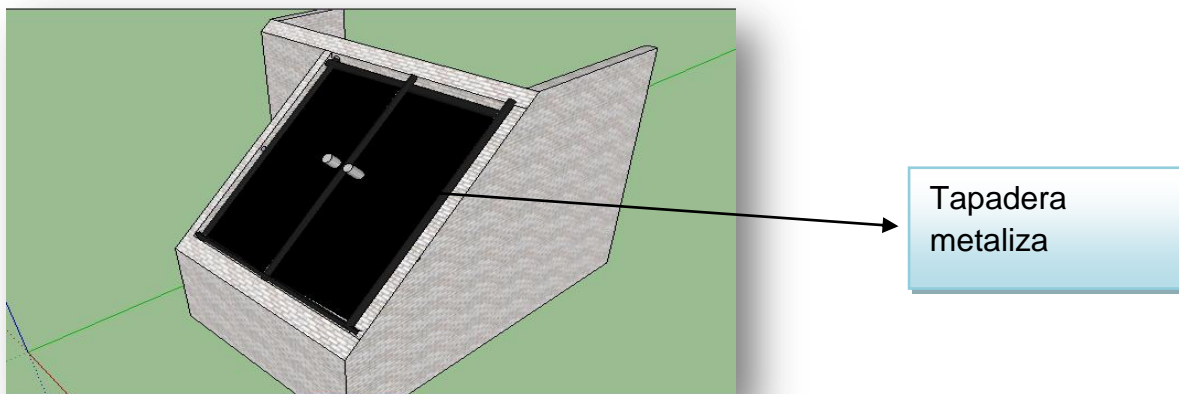


ILUSTRACIÓN 25. CUBIERTA DE LA RECÁMARA DE ALMACENAMIENTO DE ARENA

Una vez hecha esta mejora se lograra una optimización significativa en cuanto al tiempo de duración de las actividades 1, 2, y 3 de lo que es el proceso de tamizado.



	Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
1	Traslado de la arena al lugar de tamizado		12	7
2	Tamizado de la arena			20
3	Traslado a mezcladora		8	2
4	Preparación de la mezcla			10
5	Verter mezcla a carretilla			0.83
6	Traslado a proceso de de moldeado		3.5	1
7	Verter mezcla en contenedor			0.116

TABLA 12. ACTIVIDADES QUE SE VEN AFECTADAS CON LA PROPUESTA

Actividades que se optimizaran en cuanto a distancia y duración, al emplear la mejora

Al eliminar las etapas y los transportes innecesarios, la distancias de recorrido y la duración de las actividades quedaría de la siguiente manera:

	Descripción de la actividad ¹¹	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
1	Traslado de la arena al lugar preparación de la mezcla		5	6
2	Preparación de la mezcla			10
3	Verter mezcla a carretilla			0.83
4	Traslado a proceso de de moldeado		3.5	1
5	Verter mezcla en contenedor			0.116

TABLA 13. ACTIVIDAD YA MODIFICADA POR PROPUESTA

¹¹ Ver Nuevo recorrido en Anexo 4 pág. 80



De esta forma se lograra reducir el tiempo de 29 minutos que se invierten en transporte y realización de procesos a nada más que 6 minutos que solamente se utilizaran en el traslado de la arena al lugar de preparación de la mezcla, también se redujeron las distancias de recorrido de 20 metros a solamente 5 metros de distancia que equivale al traslado de la arena de la recamara de almacenamiento al área de preparación de la mezcla.

B. Segunda propuesta de mejora: “Distribución del Área de Trabajo”

Otra de las debilidades que se encontraron dentro del proceso de producción fueron los transportes y actividades innecesarios, siendo ésta la siguiente etapa a mejorar. Hay que mencionar que la realización de estos transportes se denominan con ese término porque se realizan de manera más demandante de lo que deberían ser, por la cantidad de recorridos de mas que se tienen que realizar. Una de las estrategias que se pensaron para mejorar esta parte del proceso fue una reorganización de la distribución de planta. Esta estrategia viene a eliminar los transportes innecesarios y optimizar actividades que se describirán a continuación.

Orden de la Redistribución de planta.

La reorganización de la planta comienza por el área donde se prepara la mezcla. Se pretende reubicar la batidora de concreto justamente contiguo al área donde se realiza el proceso de moldeado. Con esta simple reubicación de esta máquina se estará eliminando un transporte y una actividad innecesaria:

1. El transporte de la mezcla al proceso de moldeado.
2. El aprovisionamiento de la mezcla a la cajuela de almacenamiento para el proceso de moldeado.



Numero de actividad	Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
4	Preparación de la mezcla			10
5	Verter mezcla a carretilla			0.83
6	Traslado a proceso de de moldeado		3.5	1
7	verter mezcla en contenedor			0.116
8	MOLDEADO			

TABLA 14. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE

Tiempos de las actividades a eliminar

Una vez empleada esta redistribución el tiempo, los transportes innecesarios y la distancia de recorrido quedaría de la siguiente manera:



ILUSTRACIÓN 26. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN



Numero de actividad	Descripción de la actividad ¹²	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
2	Preparación de la mezcla			10
3	Verter mezcla en cajuela para el moldeado			0.83
4	MOLDEADO			

TABLA 15. ACTIVIDADES YA REDUCIDAS CON LA PROPUESTA

De esta forma se lograra reducir el tiempo que se tarda en aprovisionar de mezcla al área de moldeado que es de 1.946 minutos a solamente 0.83 minutos que corresponden al proceso de verter la mezcla en la cajuela para el moldeado de la teja

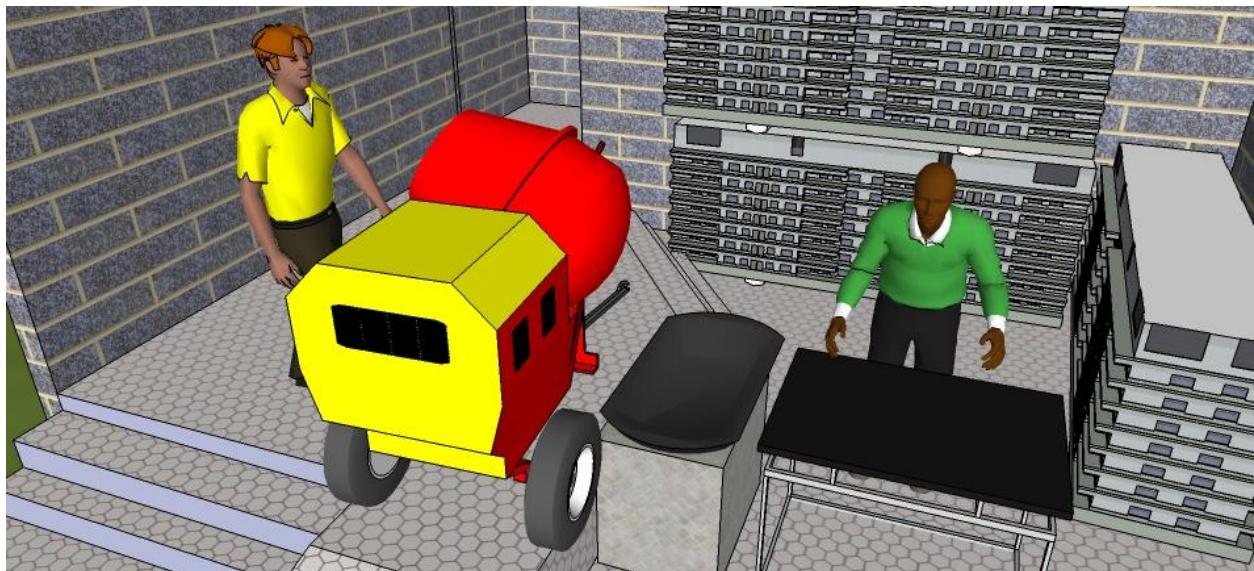


ILUSTRACIÓN 27. PROPUESTA DE DISTRIBUCION2

¹² Ver Nuevo recorrido en Anexo 4 pág. 80



La segunda fase es modificar algunas áreas dentro de la etapa “proceso de moldeado”.

Situación actual de las actividades.

Numero de actividad	Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
4	MOLDEADO			
4.1	se coloca la lámina plástica sobre la mesa vibradora:			0.0833
4.2	se coloca la mezcla sobre la lámina			0.0833
4.3	se distribuye y alisa la mezcla bajo vibración:			0,66
4.4	Se procede a Rellenar la cajuela del tacón de fijación e inserte el lazo de alambre.			0,05
4.5	ahora se traslada la lámina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba:		2	0.083

TABLA 16. ALTERNATIVA PARA LA FASE DE MOLDEO

Sub actividad del proceso de moldeado que se podría optimizar

Se pretende modificar la ubicación de los moldes llenos y vacíos. Ubicar los moldes vacíos en una posición más cómoda para facilitar que el operario moldeador los tome más rápidamente para así agilizar la producción, y ubicar o cambiar el lugar destino de los moldes llenos para agilizar su ubicación en la estiba con moldes llenos, además para que no entorpezcan al momento de sacar los moldes que contienen las tejas secas.



Hay que mencionar que los tiempos de producción por cada una de las sub-etapas del proceso de moldeado no son tan grandes en comparación con los demás, ya que por sus características son actividades que se realizan en cuestión de segundos, pero que si se logra emplear esta mejora dentro de esta área se lograra una disminución del tiempo de producción no tan significativa pero tendrá un mayor impacto en organización en el área de moldeado además de un mejor confort para el operario al momento que esté trabajando.



ILUSTRACIÓN 28. PROPUESTA DE DISTRIBUCION3

C. Tercera área a mejorar: “Método de Transporte”

El último proceso que se considera podría ser mejorado es el número once (11) “se traslada las tejas hacia las pilas donde serán sumergidas para su curado”. Según las observaciones realizadas en las visitas de campo, este proceso es realizado 100% a mano, el operario encargado del desmoldado traslada las tejas luego de sacarlas de molde a las pilas de curado, de dos en dos, es decir que el operario tiene que realizar



30 transportes para trasladar las 60 tejas que se producen por día, esto sin mencionar el esfuerzo que se realiza por el significativo peso que poseen las tejas.

Lo que se propone para agilizar este proceso es la utilización de una carretilla para trasladar una mayor cantidad de tejas en un menor tiempo. Se podrían trasladar 15 tejas por viaje reduciendo los transportes de 30 a solamente 4 en un tiempo aproximado de la mitad de lo que se tardaba (30 minutos).

Numero de actividad	Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo (min)
5	Secado de las tejas dentro de los moldes			1440
6	Desmoldado de la teja:			60
7	Se traslada las tejas donde se curaran en las pilas que contienen agua:		8	60
8	curado en pilas			10080

TABLA 17. OPORTUNIDAD DE MEJORA EN EL MÉTODO DE TRANSPORTE

Se lograra optimizar esencialmente tiempo de transporte

¿Qué pasa con el resto del proceso?

Haciendo referencia a las observaciones que se realizaron en las visitas de campo al momento que se estaba produciendo la teja, se consideró la idea de que no era necesario realizar o proponer alguna mejora a partir de la etapa del proceso número nueve (9) a la (15) exceptuando la actividad (11), ya que se trata de actividades en las que no se aportan ningún valor agregado por mano de obra humana, en su mayoría son almacenamientos de curado donde no interviene la mano del hombre.



Numero de actividad	Descripción de la actividad	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
5	Secado de la teja en los dentro de los moldes:			1440
6	Desmoldado de la taja:			60
7	se traslada las tejas donde se curaran en las pilas que contienen agua:		8	60
8	curado en pilas			10080
9	se trasladan las tejas de las pilas al patio para su secado al aire libre:		11	60
10	secado en patio			1440
11	Prueba de calidad:			20

TABLA 18. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE. (NO OPTIMIZADAS).



10) Esquema de Simulación Propuesta

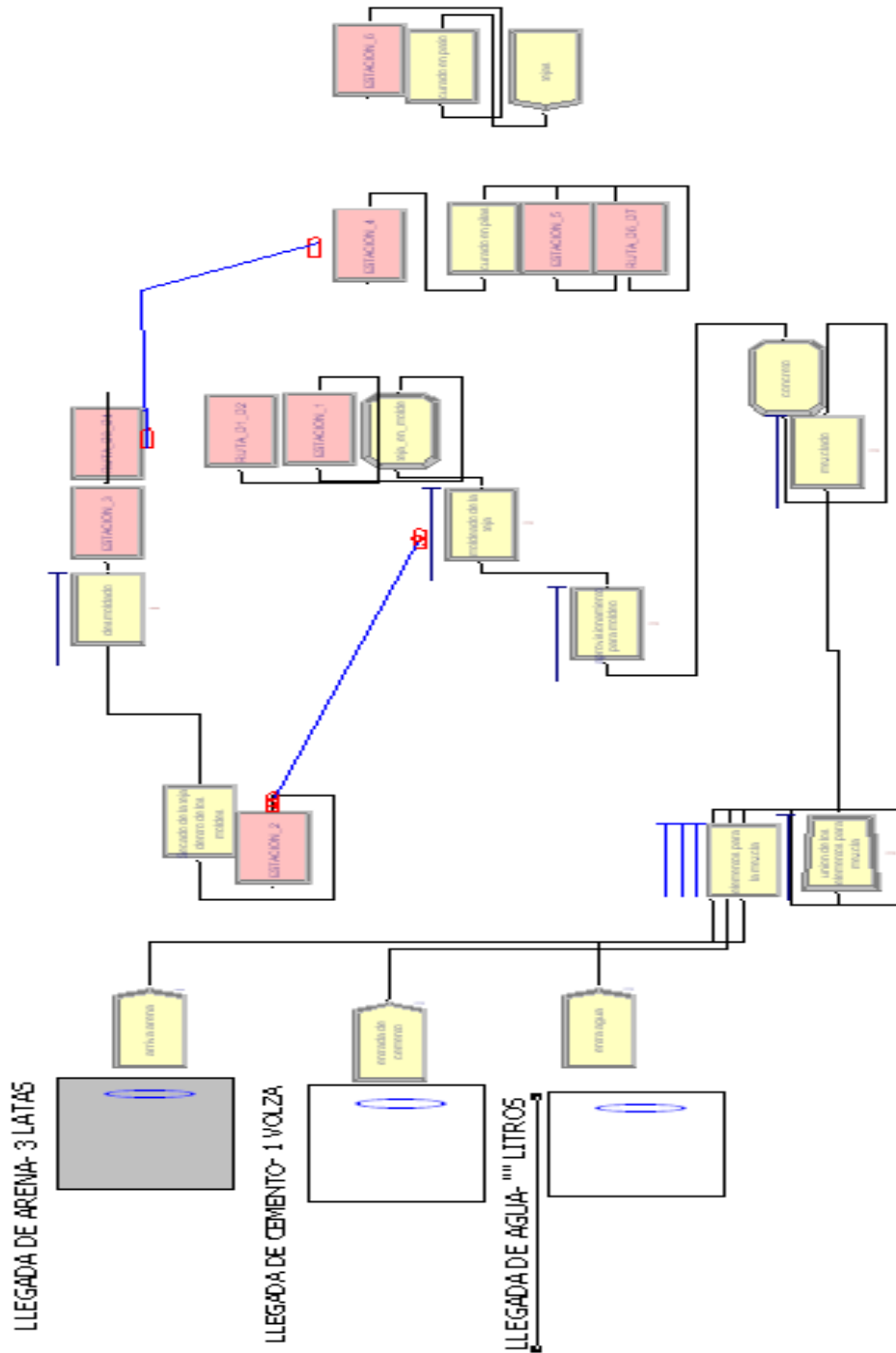
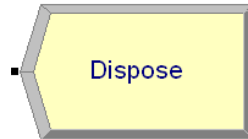


ILUSTRACIÓN 29. SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA



Simbología del diagrama arena:

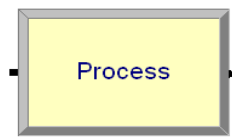
El dispose es el comienzo del proceso representa la entrada de materia prima



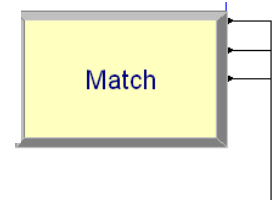
El create es el fin del proceso representa la salida del producto.



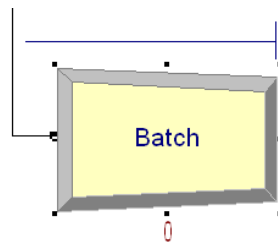
El process es el indicador de los procesos que se realizan



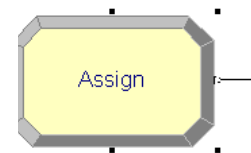
El match es el indicador de unión de tres materias prima (arena.aqua.cemento)



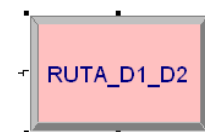
El batch es el elemento que indica la salida de una sola entidad luego de haberse unido en el match



El assign es el indicador de transformación de materia prima representándola con otra imagen



El ruta obviamente para indicar rutas de recorrido del proceso.





11) Nuevo cursograma analítica propuesto para los talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A

	Objetivo: tejas de micro concreto	Actividades				actual	propuesta			
	Actividad: proceso productivo de la teja de micro concreto	Operación	○			12				
	Método: Actual	Transporte	⇒			6				
	Lugar: Área de producción	Demora	D			0				
	Operario(s):	Inspección	□			0				
	Compuesto:	Almacén	▽			2				
	Aprobado por:	Distancia (m)				44.5				
Numero de actividad		Tiempo (min)				194.1956				
	Descripcion de la actividad	cantidad	Distancia en (m)	tiempo (min)	simbolos					
					○	⇒	D	□	▽	
1	Traslado de la arena al lugar de mezclado		5	6						A mano
2	preparación de la mezcla			10						maquina
3	verter mezcla en cajuela para el moldeado			0.83						A mano
4	MOLDEADO									A mano
4.1	se coloca la lámina plástica sobre la mesa vibradora:			0.0833						A mano
4.2	se coloca la mezcla sobre la lámina			0.0833						mano
4.3	se distribuye y alisa la mezcla bajo vibración:			0,66						A mano
4.4	Se procede a Rellenar la cajuela del tacón de fijación			0,05						A mano



	e inserte el lazo de alambre.								
4.5	ahora se traslada la lámina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba:		2	0.083					A mano
5	Secado de las tejas dentro de los moldes			1440					A mano
6	Desmoldado de la taja:			60					A mano
7	se traslada las tejas donde se curaran en las pilas que contienen agua:		8	30					A mano
8	Curado en pilas			10080					
9	se trasladan las tejas de las pilas al patio para su secado al aire libre:		11	60					A mano
10	secado en patio			1440					A mano
11	Prueba de calidad:			20					
	Total		26	13477. 08					

En el nuevo cursograma se demuestra un ahorro en distancia y tiempo empleado lo que consigue un efecto positivo sobre la productividad de la empresa para la producción de la Teja de Micro Concreto, puesto que se invierte menos tiempo y se aprovecha de mejor de manera más efectiva los recursos, este efecto tiene beneficio también para el operario que incurrirá en menor fatiga.



12) Análisis de Productividad.

Para medir la productividad se debe tomar en cuenta diferentes factores como:

- mano de obra,
- tiempo de duración del proceso,
- las horas hombre laboradas y
- la producción total de la planta.

Como la propuesta de mejora realizada trae como consecuencia directa reducciones de tiempos de producción en algunas etapas, es claro que la variable que permitirá medir la productividad es el tiempo. En base al análisis y las comparaciones de la productividad actual y de la resultante de la propuesta, se lograra definir la factibilidad de implantar la mejora.

El tipo de productividad que se pretende medir es la *Productividad Media* a la que se le define según el libro Introducción al Estudio de Trabajo OIT como “la relación entre producción e insumos” ya que no se trata de una medición de productividad global es decir medir el total de la productividad en todos los ámbitos posibles dentro de los talleres de producción.

La ecuación es la siguiente:

$$\text{Producción media por hora hombre} = \frac{\text{unidades producidas}}{\# \text{ de mano de obra} * \text{ horas hombre laboradas} * \text{ duracion del proceso}}$$



Productividad actual:

Actualmente los talleres de la empresa ECOTEC.S.A, procesan como promedio 5 tandas de mezcla, de las que se resultan 300 tejas aproximadamente, a 60 tejas por carga, con un tiempo de producción de **1594 minutos**, esto con respecto a las actividades que involucran un valor agregado por mano de obra humana al producto y 8 horas laborales como duración total del proceso¹³.

Aplicando la ecuación de productividad media se tiene:

Conversión de las unidades de tiempos:

1594 minutos ----- 26.56 horas

$$P. \text{ media} = \frac{\text{unidades producidas}}{\# \text{ de mano de obra} * \text{horas hombre laboradas} * \text{duracion del proceso}}$$

$$P. \text{ media} = \frac{300}{1 \text{ operario} * 8 \text{ horas laborales} * 26.56 \text{ horas de duracion del proceso}}$$

$$P. \text{ media} = 1.41 \text{ tejas producidas por horas}$$

Comprobando se tiene: $1.41 * 26.56 * 8 = 300$ tejas producidas.

Productividad propuesta:

Con la propuesta de mejora al proceso productivo el tiempo que se tardaría en producir la teja sería de 1547 minutos, 47 minutos menos que el proceso actual¹⁴, 8 horas laborales y sin variación en la cantidad de operarios.

¹³ ver cursograma analítico actual, pág. 39

¹⁴ ver cursograma analítico propuesto, pág. 63



Aplicando la formula tenemos que:

Conversión de las unidades de tiempos:

1547 minutos ----- 25.78 horas

$$P. \text{ media} = \frac{\text{unidades producidas}}{\# \text{ de mano de obra} * \text{horas hombre laboradas} * \text{duracion del proceso}}$$

$$P. \text{ media} = \frac{300}{1 \text{ operario} * 8 \text{ horas laborales} * 25.78 \text{ horas de duracion del proceso}}$$

$$P. \text{ media} = 1.45 \text{ tejas producidas por horas}$$

Comprobando tenemos: $1.45 * 25.78 * 8 = 300$ tejas producidas.

Diferencias entre ambas productividades:

Para poder ver la diferencia que hay en el nivel de producción actual y el propuesto, hay que suponer que los talleres están operando con la propuesta de mejora pero no están terminando de producir a las 25.78 horas de la nueva duración del proceso sino que están operando con la misma cantidad de tiempo que usaban de 26.56 horas.

Utilizando el valor de la productividad propuesta con su tiempo equivalente se tiene que la producción de tejas no varía, es decir no hay diferencia de producción entre la propuesta y la situación actual:

Producción A = productividad * horas laboradas * duración del proceso

Producción A = $1.45 * 8 * 25.78 = 300$ tejas producidas.

Utilizando el valor de la productividad propuesta pero esta vez con el valor del tiempo de producción actual tenemos que:

Producción B = productividad * horas laboradas * duración del proceso

Producción B = $1.45 * 8 * 26.56 = 309$ tejas producidas



Como se puede observar la variación de producto de salida es de 9 tejas, esto representa un 3% sobre la producción total de 300 tejas.

$$\text{Variación} = \frac{\text{Producción B}}{\text{Producción A}} = \frac{309}{300} = 1.03 \longrightarrow 3\%$$

Hay que mencionar que este análisis de variación es nada más para observar las diferencias de productividad, ya que esta opción de aumentar la producción no será recomendación debido a que implicaría realizar un estudio de mercado previo, esto por la razón obvia de que si aumenta la producción es necesario saber si el producto saldrá de inventario y si existe mercado demandante para el mismo.

Con el resultado obtenido anteriormente en el en el índice de **productividad propuesta**, se puede decir que se lograra aumentar la productividad en relación al tiempo de producción. Se puede producir la misma cantidad de tejas optimizando un recurso valioso como lo es el tiempo. En este caso se lograra producir la misma cantidad de 300 tejas en un menor tiempo y con la misma calidad.

Esto sin contar con el ahorro en esfuerzo, distancias recorridas y el mejor aprovechamiento de los recursos; en este último punto es importante mencionar que se reducirá el desperdicio de material en proceso, como un ejemplo de una gama de beneficios que aportaran positivamente a la organización.



IX. Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la investigación en los Talleres de producción de la empresa ECOTEC S.A, con el apoyo de las herramientas de desarrollo metodológico, se puede concluir que se lograron alcanzar los objetivos propuestos.

A través de las observaciones directas realizadas en las visitas de campo a los talleres de producción, se logró identificar y describir cada una de las etapas que componen el proceso productivo de la elaboración de teja de Micro concreto TMC. Además de definir los elementos que intervienen en las diferentes etapas del proceso, materiales, humanos y tecnológicos.

Se diseñó un modelo simulado a través del Software Arena, y definir la situación actual de la empresa en cuanto al proceso productivo mediante el análisis de los informes que presenta el software.

El estudio del proceso productivo permitió identificar puntos débiles o deficientes dentro del proceso de manufactura de la Teja de Micro Concreto logrando de esta forma proporcionar una propuesta de mejoras al proceso y brindar recomendaciones técnicas a los talleres de producción.

Con los objetivos alcanzados se puede concluir que el proceso productivo de la Teja de Micro Concreto en los talleres de producción de la empresa ECOTEC.S.A tiene importantes oportunidades de mejora a las cuales puede someterse para mejorar la eficiencia como organización y por consiguiente sus índices de productividad.



X. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en todo el desarrollo de la investigación se recomienda a los talleres de producción de la Teja de Micro Concreto TCM de la empresa ECOTEC.S.A, como punto principal la construcción de una recámara de almacenamiento con las especificaciones indicadas en la propuesta de mejora, esto con el objetivo de optimizar la actividad del proceso tamizado de arena, para eliminar algunos procedimientos y transportes innecesarios.

Como segundo aspecto se plantea a la empresa realizar una redistribución de la planta para mejorar las áreas de preparación de la mezcla y área de moldeado y almacenamiento, con el objetivo de reducir los tiempos de producción así como los transportes innecesarios.

Además se recomienda un estudio de mercado y marketing como herramientas para el aprovechamiento del incremento de la productividad que se lograría alcanzar una vez implantada la propuesta de mejora al proceso productivo de la teja de microconcreto



XI. Bibliografía

- ✚ B. H. Amstead, P. Ostwald y M. Begeman. *Procesos de Manufactura*. Compañía Editorial Continental.
- ✚ García Criollo, R. *Estudio del Trabajo, segunda edición*. Mc Graw Hill.
- ✚ Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- ✚ Schroeder, R. G. (1992). *Administración de operaciones*. McGraw Hill.
- ✚ Martín Meléndez, Orlando Espinoza
"Un techo que cubre al mundo: La Teja de Micro Concreto TMC"



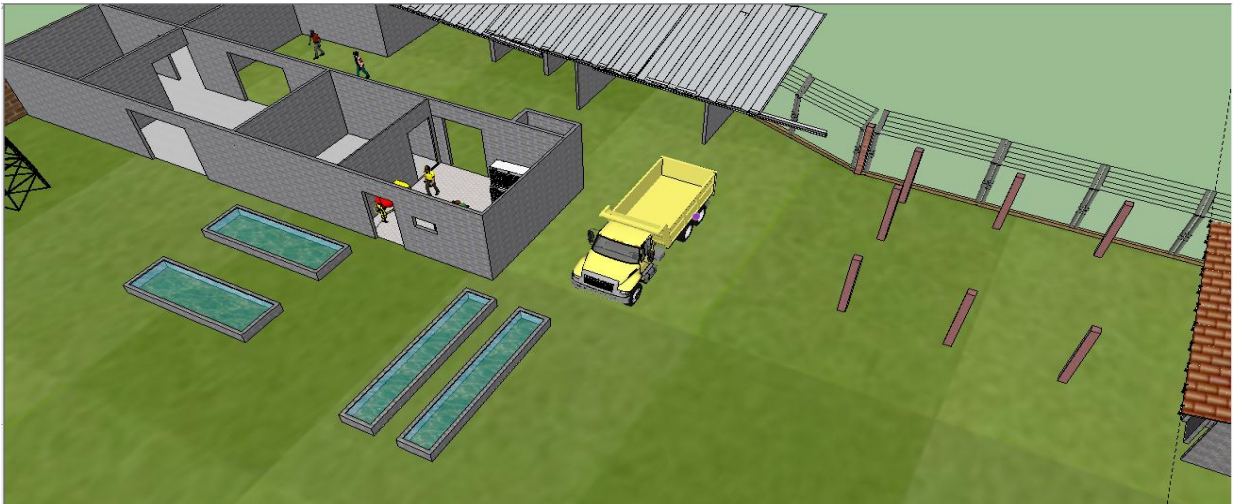
ANEXOS



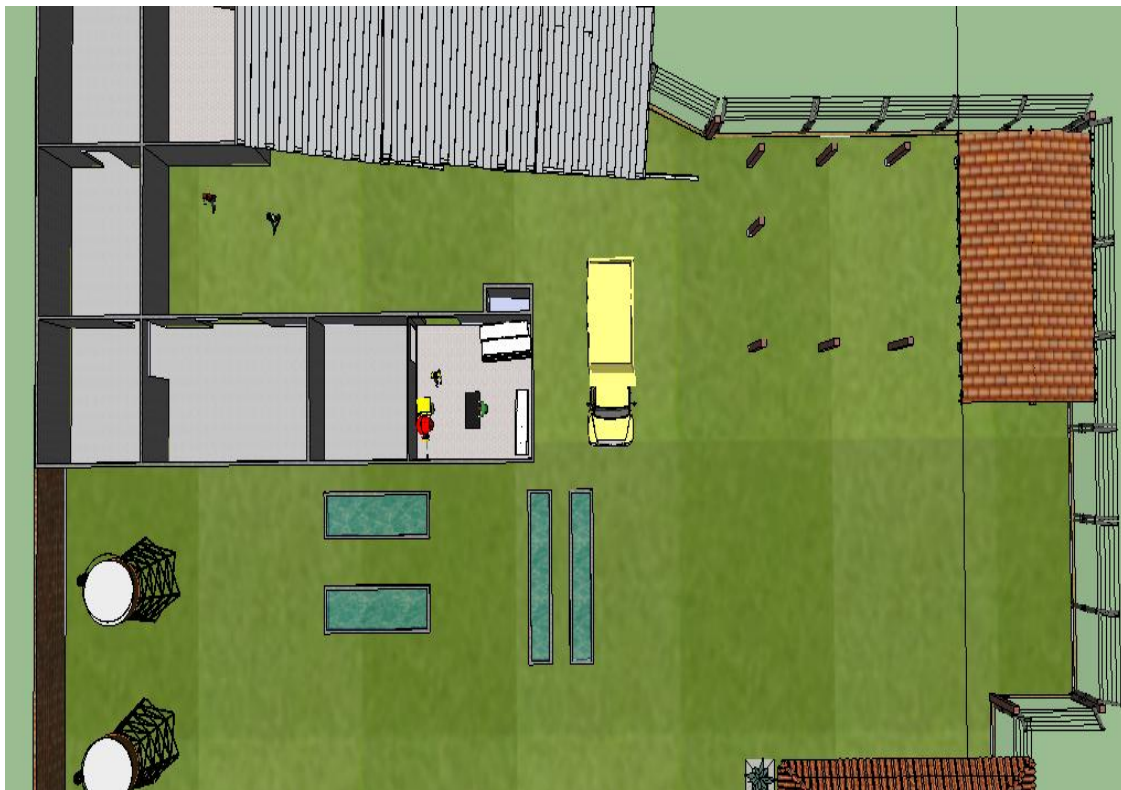
ANEXOS

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL

VISTA-1

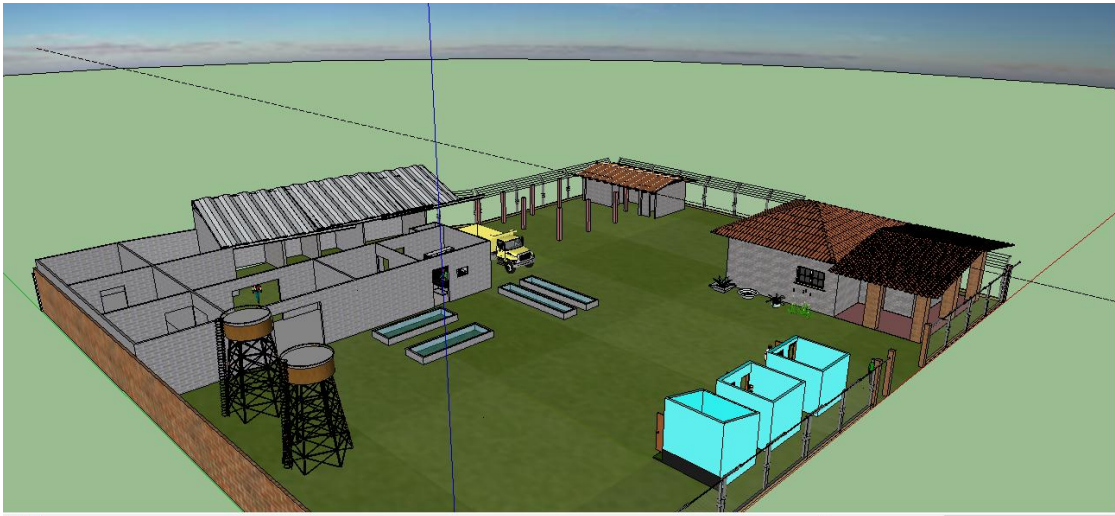


VISTA-2





VISTA-3



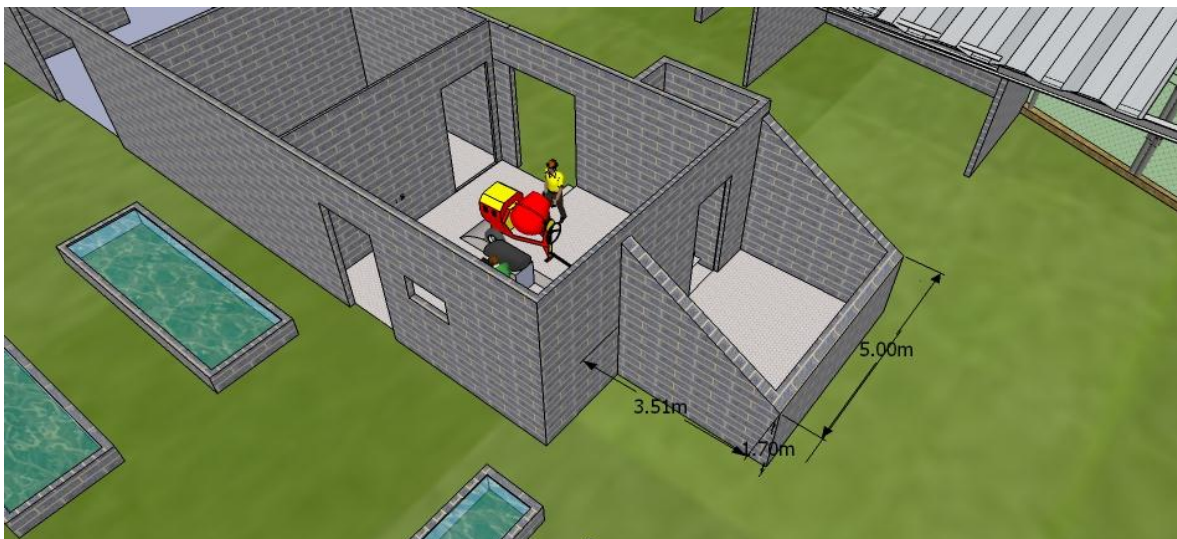
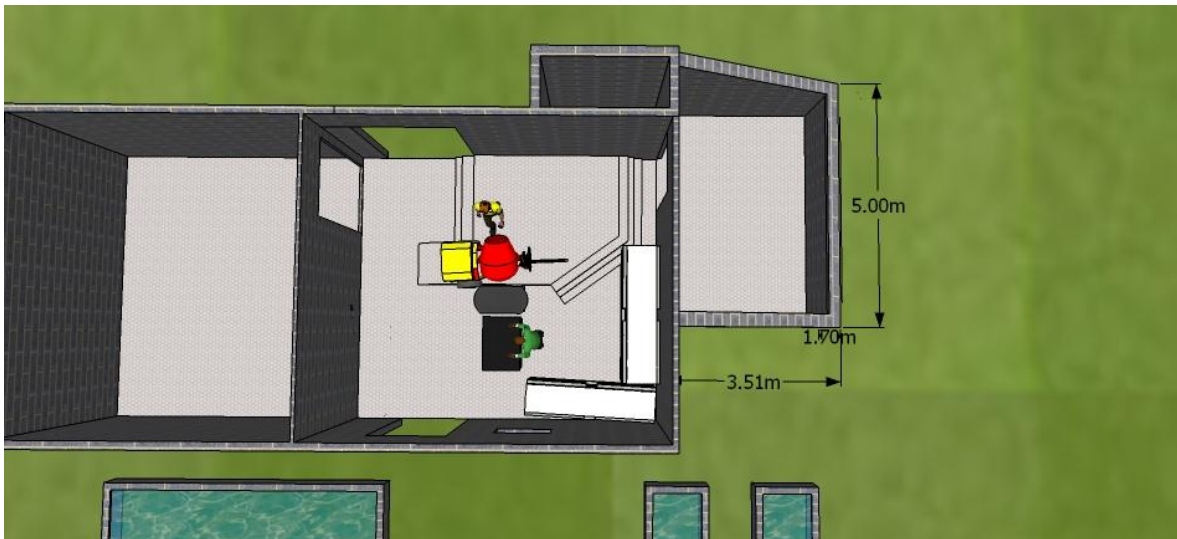
VISTA-4





Anexo 2

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTA





Anexo 3

GUÍA DE OBSERVACIÓN Y ENTREVISTA

- *Ubicación de la planta.*
- *Accesibilidad al lugar*
- *¿Cómo se encuentran distribuidas las instalaciones?*
- *Condiciones actuales de la infraestructura*
- *Vías de circulación dentro de las áreas*
- *¿Dónde se almacena la materia prima?*
- *Condiciones de almacenamiento*
- *¿Qué otros suministros se emplean?*
- *¿Cuántos trabajadores operan?*
- *¿Qué es lo que realiza cada uno de ellos?*
- *¿Qué máquinas se utilizan?*
- *¿En qué condiciones se encuentran dichas máquinas?*
- *¿Cómo se transportan los materiales entre operaciones?*
- *¿Quién supervisa?*
- *¿Cómo lo hace?*



ANEXO-3 NUMERO DE ACTIVIDAD Y DESCRIPCIÓN

1	limpiado de arena
2	traslado a mezcladora
3	preparación de la mezcla
4	verter mezcla a carretilla
5	Traslado a proceso de de moldeado
6	aprovisionamiento para moldeado
7	moldeado de la teja
7.1	se coloca la lámina plástica sobre la mesa vibradora:
7.2	se coloca el mortero sobre la lámina
7.3	se distribuye y alisa el mortero bajo vibración:
7.4	Se procede a Rellenar la cajuela del tacón de fijación e inserte el lazo de alambre.
8	ahora se traslada la lámina con mortero fresco al molde y coloque este en la estiba:
9	Secado de la teja dentro de los moldes:
10	Desmoldado de la teja:
11	se traslada las tejas donde se curaran en las pilas que contienen agua:
12	curado en pilas
13	se trasladan las tejas de las pilas al patio para su secado al aire libre:

TABLAS DE ESTUDIOS DE TIEMPO



MUESTREO DE TIMPOS POR ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
1	2	3	4	5	6	7	7.1	7.2	7.3	7.4
minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos
20	2	15	2.084	0.017	2.0	0.083	0.050	0.083	0.833	60.00
20	2	14	2.150	0.017	2.1	0.080	0.050	0.080	0.833	61.00
20	2	14	2.216	0.023	2.2	0.096	0.050	0.096	0.833	3.00
21	2	15	2.282	0.021	2.2	0.091	0.050	0.091	0.833	62.31
20	2	15	2.348	0.023	2.3	0.095	0.067	0.095	0.833	63.57
21	2	15	2.414	0.021	2.4	0.091	0.050	0.091	0.873	62.39
19	2	15	2.480	0.023	2.5	0.095	0.067	0.095	0.850	63.54
19	2	15	2.546	0.018	2.6	0.083	0.050	0.083	0.832	59.93
20	2	15	2.612	0.018	2.6	0.084	0.050	0.084	0.837	60.19
19	2	15	2.678	0.020	2.7	0.088	0.050	0.088	0.856	61.38
20		14	2.5		2.8					61.38
20		15	2		2.9					61.38
		15	2.3		3.0					61.38
		16	2.4		3.0					61.38

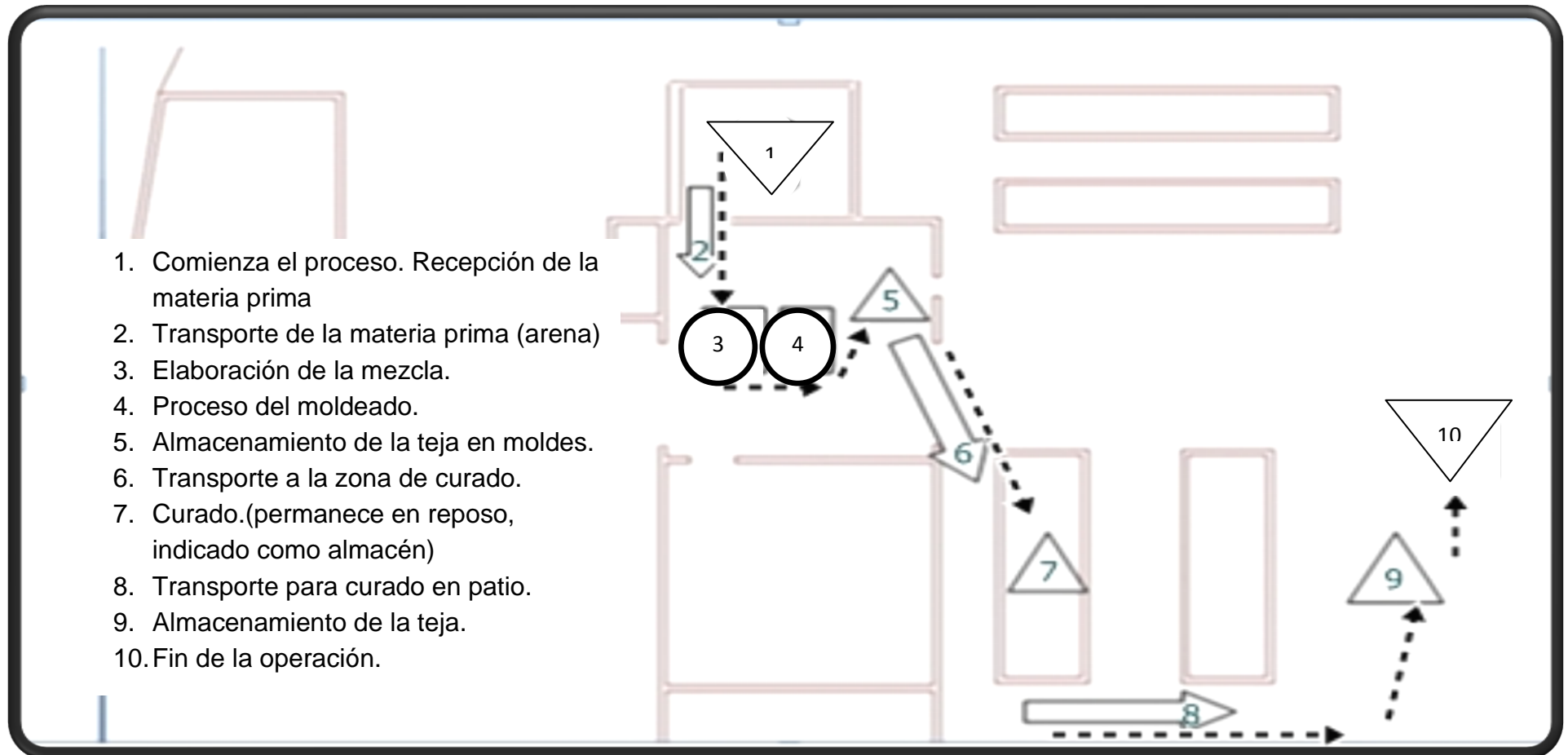


ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
8	9	10	11	12	13
minutos	minutos	minutos	minutos	minutos	minutos
1.000	1440	60	10080	60	40
1.017	1400	58	10000	59	40
0.050	1480	64	10064	68	50
1.038	1455	62	10044	65	40
1.059	1476	63	10061	67	40
1.040	1457	62	10045	65	50
1.059	1476	63	10061	67	40
0.999	1415	59	10012	61	40
1.003	1420	59	10016	61	50
1.023	1440	61	10032	63	40
1.023			10032		
1.023			10032		
1.023			10032		
1.023			10032		



ANEXO-4

Nuevo diagrama de recorrido del proceso de producción de la teja de micro concreto.





Anexo 5

LEY ORGÁNICA DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN Y TRANSPORTE

Decreto No. 378 de 13 de Junio de 1988

Publicado en La Gaceta No. 139 de 22 de Julio de 1988

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA

En uso de sus facultades,

Decreta:

La siguiente:

LEY ORGANICA DEL MINISTERIO DE LA CONSTRUCCION Y TRANSPORTE

Arto. 1.- El Ministerio de la **Construcción** y Transporte creado por Decreto No. 328 del 6 de Abril de 1988, publicado en "La Gaceta", No. 64 Diario Oficial del 7 de Abril de ese mismo año, tendrá las funciones y atribuciones que la presente Ley señale.

Arto. 2.- El Ministerio de la **Construcción** y Transporte es el organismo de Gobierno, rector de la política de **Construcción** y Transporte del Estado y como tal es el encargado de fomentar, normar, dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de dicha política.

Arto. 3.- El servicio de Transporte es de Orden Público y de control exclusivo del Estado a través del Ministerio de **Construcción** y Transporte. Todo lo relacionado con el servicio de Transporte y la **Construcción** se regirá por los Códigos, Leyes, Normas y Reglamento existentes, así como los que en el futuro se dicten, y por los tratados y Convenios Internacionales.

Arto. 4.- El Ministerio de la **Construcción** y Transporte estará a cargo de un Ministro, quien tendrá su representación, dirección, gestión y responsabilidad sobre todos y cada uno de los asuntos que entran bajo su competencia. Para el desempeño de sus funciones contará con los Vice-Ministros que la Presidencia le designe.

Arto. 5.- Tendrá el Ministerio, las Secretarías, Asesores, Direcciones, Divisiones, Departamentos y Secciones necesarias para el cumplimiento de sus atribuciones y funciones.

Arto. 6.- Son atribuciones y funciones del Ministerio de la **Construcción** y Transporte las siguientes:

....



b) En materia de Construcción:

- 1) Racionalizar y garantizar el uso adecuado de la capacidad constructiva así como los recursos humanos, técnicos y materiales del sector, y promover su desarrollo y fortalecimiento.
- 2) Determinar las políticas de normas, precios y tarifas a aplicarse en el sector.
- 3) Participar con la Secretaria de Planificación y Presupuesto en la elaboración del Plan Nacional de Inversiones en el área de Diseño y **Construcción** y controlar el cumplimiento de lo establecidos en las disposiciones legales sobre el proceso inversionista.
- 4) Realizar las investigaciones y estudios en materia de diseño, sistemas, tecnologías constructivas y materiales, para el perfeccionamiento del nivel técnico en la industria de la **construcción**.
- 5) Participar en la elaboración del Plan de Producción Nacional de materiales de **Construcción** y la distribución de los mismos, de acuerdo al Plan Nacional de Inversiones.
- 6) Proponer ante el organismo competente las importaciones de materiales y equipos de **construcción** que requieran los organismos públicos y privados, así como las personas naturales del sector.
- 7) Celebrar contratos con empresas nacionales o extranjeras para la **construcción**, asesoría y consultoría en los proyectos propios que así lo requieran.
- 8) Otorgar, suspender o cancelar, en su caso, las Licencias de Operación en las Actividades del Diseño y **Construcción**.
- 9) Dirigir las actividades a su cargo en estrecha relación con otros organismos conforme a las exigencias del desarrollo integral de la economía nacional, manteniendo para ello los contactos necesarios.
- 10) Autorizar la salida al exterior de maquinaria y equipos de **construcción** de acuerdo a las necesidades del país.
- 11) Regular, controlar y fiscalizar que las empresas de Diseño y **Construcción** cumplan y hagan cumplir las Leyes y Reglamentos que regulan esas actividades.
- 12) Formular las políticas de Licitación y normar las modalidades contractuales de conformidad con las Leyes, reglamentos y normas técnicas existentes o las que dictaren y de los Convenios internacionales.

Arto. 7.- Son también atribuciones y funciones del Ministerio de la **Construcción** y Transporte las siguientes:

- 1) Elaborar y ejecutar en su caso, los planes de Capacitación requeridos para el desarrollo de dichos sectores.



2) Construir sociedades y empresas que favorezcan el desarrollo del transporte y **construcción** ya sea con su sola participación o asociados con otros, sean estas personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras mediante la aplicación de leyes vigentes sobre la materia.

3) Las demás funciones y atribuciones necesarias y conducentes para el cumplimiento de sus objetivos y aplicar, vigilar y comprobar el cumplimiento de la ley, disposiciones, reglamentos y normas que rigen la actividad de la **Construcción** y Transporte.

Arto. 8.- El Ministerio de la **Construcción** y Transporte queda facultado para dictar los Acuerdos, Resoluciones, Instrucciones, Normas y Providencias que fueren necesarias para la aplicación y funcionamiento de la presente Ley.

Arto. 9.- La presente Ley deroga los Decretos No. 117 del 28 de Agosto de 1985, publicado en "La Gaceta", Diario Oficial No. 183 del 25 de Septiembre de 1985 y el Decreto No. 162 del 12 de Febrero de 1986, publicado en "La Gaceta", Diario Oficial No. 32 del 13 de Febrero de 1986 y cualquier disposición que se le oponga y entrará en vigencia desde el momento de su publicación en "La Gaceta", Diario Oficial.

Dado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de Junio de mil novecientos ochenta y ocho. "Por una Paz Digna... ¡Patria Libre o Morir!".- **Daniel Ortega Saavedra**, Presidente de la República.