

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**CARRERA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE INSUMOS PARA EL  
HOGAR EN LAS EMPRESAS DE LA CIUDAD DE CUENCA.**

**Estudiante**

**FABIÁN PATRICIO BERMEO PÉREZ**

**Tutor**

**Ing. Paúl Diestra**

**Quito Ecuador**

**Diciembre 2012**

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## CARRERA DE SISTEMAS

### INFORMÁTICOS

#### CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Yo Ing. Paúl Diestra, certifico que el señor Fabián Patricio Bermeo Pérez con C.C. N°. 0104762950 realizó la presente tesis con título **“Análisis de la influencia del uso de inteligencia artificial en el proceso de producción de insumos para el hogar en las empresas de la ciudad de Cuenca”**, y que es autor intelectual del mismo, que es original, auténtica y personal.

---

Ing. Paúl Diestra

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## CARRERA DE SISTEMAS

### INFORMÁTICOS

#### CERTIFICADO DE AUTORÍA

El documento de tesis con título “**Análisis de la influencia del uso de inteligencia artificial en el proceso de producción de insumos para el hogar en las empresas de la ciudad de Cuenca**” ha sido desarrollado por FABIÁN PATRICIO BERMEO PEREZ con C.C. N°. 0104762950 persona que posee los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de cada uno de los productos de esta tesis sin previa autorización.

---

Fabián Patricio Bermeo Pérez

## **DEDICATORIA**

La presente tesis va dedicada a mis padres, que son mi apoyo incondicional y que han estado en cada momento de mi vida. Desde niño viví con ellos mis logros, ahora con mucha más razón comparto con ellos este triunfo y legado que me lo he ganado con esfuerzo y dedicación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por trazar mi camino día a día, a mis padres, a mi tutor el Ing. Paúl Diestra quien fue pilar fundamental para el correcto desarrollo de esta tesis y a mis amigos con quien he compartido 5 años de mi vida y espero seguir con esa amistad durante muchos años.

## **RESUMEN**

El desarrollo de las empresas Cuencanas en el área de producción parte de procesos artesanales los cuales fueron efectuados por obreros que trabajan la materia prima hasta lograr un acabado o un producto que satisfaga con las necesidades de las personas, con el paso del tiempo la inducción de la informática en las empresas genero nuevas necesidades y nuevas formas de dar solución a los problemas que se presentasen a corto o a largo plazo, es así que estas organizaciones que actualmente cuentan con sello de calidad INEN en manejo de sus procesos y una de ella objeto de estudio, específicamente: Cerámicas Rialto la cual maneja sistemas expertos e inteligencia artificial para el manejo de sus procesos, los cuales apoyan el trabajo de los obreros, efectúan tareas de forma independiente o fueron necesarios debido a que esas tareas son de alto riesgo o demandan mucha precisión.

Es por eso que el presente trabajo investigativo busca dar a conocer cuál ha sido la influencia del uso de la inteligencia artificial (I.A.) en el proceso de producción de insumos para el hogar en las empresas Cuencanas que mencionamos anteriormente, destacando aspectos tecnológicos, sociales, ambientales y legales que aparecieron en la implementación de la I.A. o después de la misma. Además del análisis técnico de estos sistemas, su funcionamiento y ventas que generan en estas empresas.

Finalmente al culminar el proceso investigativo se generará un manual de buenas prácticas del uso de la inteligencia artificial para aquellas empresas dedicadas a la producción de insumos para el hogar, en donde puedan consultar cual es el camino más viable y que genere los mejores resultados al introducir a la I.A. en el manejo de procesos y demás actividades dentro de la organización.

## **SUMMARY**

The Cuencanas business development in the area of production of traditional processes which were made by men working the raw material to achieve a finish or a product that fits the needs of the people, with the passage of time the induction of computing companies created new needs and new ways of solving problems that were submitted in the short or long term, so these organizations that currently have quality seal INEN in managing their processes and order it study, specifically: RialtoCeramics which manages expert systems and artificial intelligence to manage its processes, which support the work of the workers perform tasks independently or were necessary because those tasks are high risk or require much precision.

That's why this research work seeks to publicize what has been the influence of the use of artificial intelligence in the process of production of inputs for home in Cuencanas companies mentioned above, highlighting the technological, social, environmental and legal which appeared in the implementation of the A.I. or thereafter. In addition to the technical analysis of these systems, their operation and generating sales in these businesses.

Finally to complete the investigative process will generate a manual of best practices in the use of artificial intelligence for companies engaged in the production of materials for the home, where they can see which is the most viable and generate the best results by introducing the A.I. in managing processes and other activities within the organization.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 SISTEMATIZACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.1 DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.2 PRONOSTICO</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.3 CONTROL DE PRONÓSTICO</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>19</b>
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>1.5.1 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>1.6.1 ALCANCE</b> .....	<b>20</b>
<b>1.6.2 LIMITACIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD</b> .....	<b>21</b>
<b>1.7.1 TÉCNICA</b> .....	<b>21</b>
<b>1.7.2 OPERATIVA</b> .....	<b>21</b>

1.7.3	ECONÓMICA.....	21
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>23</b>
<b>2MARCO DE REFERENCIA .....</b>		<b>23</b>
2.1	MARCO TEÓRICO .....	23
2.2	MARCO CONCEPTUAL .....	26
2.3	MARCO LEGAL .....	30
2.4	MARCO ESPACIAL .....	31
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>32</b>
<b>3METODOLOGÍA .....</b>		<b>32</b>
3.1	PROCESO DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.1.1	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	32
3.1.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.1.3	MÉTODO .....	33
3.1.4	TÉCNICA .....	34
3.1.5	INSTRUMENTO .....	34
3.2	METODOLOGÍA ESPECÍFICA .....	35
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>37</b>
<b>4DESARROLLO.....</b>		<b>37</b>
4.1	INVESTIGACIÓN EN LA EMPRESA .....	37
4.1.1	INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE CAMPO .....	37
4.1.2	INFORMACIÓN DE LA EMPRESA .....	38

4.1.3	INVESTIGACIÓN SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN CERÁMICAS RIALTO.....	39
4.1.4	RESULTADOS DE LA ENTREVISTA – CERÁMICAS RIALTO.....	47
4.1.5	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	53
4.1.6	INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	57
4.1.7	INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS SOCIALES .....	57
4.1.8	INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS AMBIENTALES.....	58
4.1.9	INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS LEGALES.....	59
4.2	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	59
4.2.1	SISTEMAS EXPERTOS (S.E.) DE CERÁMICAS RIALTO .....	60
4.2.2	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA .....	72
4.3	ALIMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS DE CERÁMICAS RIALTO ...	73
4.4	¿CÓMO ALMACENAN EL ENTRENAMIENTO LOS SISTEMAS EXPERTOS?....	75
4.5	REGLAS DE INFERENCIA.....	77
4.6	MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DEL USO DE I.A. EN EMPRESAS DE PRODUCCIÓN. ....	78
4.6.1	INTRODUCCIÓN.....	79
4.6.2	OBJETIVO .....	79

4.6.3	EXPLICACIÓN GENERAL .....	79
4.6.4	¿POR QUÉ INVERTIR EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL? .....	80
4.6.5	BENEFICIOS DE INVERTIR EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	81
4.6.6	MODELO Y SIMULACIÓN.....	83
4.6.7	IMPLEMENTACIÓN.....	84
4.6.8	VALIDACIÓN .....	84
4.6.9	CALIBRACIÓN.....	84
4.6.10	VISIÓN DE USAR INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	85
4.6.11	PROYECTO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	85
4.6.12	PROVEEDORES EN EL MERCADO .....	89
4.6.13	INSTALACIONES ADECUADAS.....	92
4.6.14	ENTRENAMIENTO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	95
4.6.15	RECOMENDACIONES DEL MANUAL.....	96
4.6.16	SUGERENCIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO SOCIAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	97
CAPÍTULO V.....		99
5CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		99
5.1	CONCLUSIONES.....	99
5.2	RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....		101

## LISTADO DE CUADROS Y GRÁFICOS

<b>Gráfico 1: fotografía del filósofo Alan Turing.....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 2: Logo oficial Cerámicas Rialto S.A.....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 3: Sistema experto DICO PLANAR. ....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 4: Barrido total de la superficie de la cerámica a través de una matriz de cotas obtenidas a un paso de 2mm.....</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 5: Interfaz del sistema experto de detección de cerámica.....</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 6: Imagen que muestra el funcionamiento de la interfaz del sistema maestro de medición de la calidad en el proceso de producción. ....</b>	<b>64</b>
<b>Gráfico 7: Sistema experto de embalaje y apilamiento, en base a patrones de clasificación. ....</b>	<b>68</b>
<b>Gráfico 8: Proceso de selección del tipo de cerámica para proceder a embalarla y apilarla mediante el robot de 4 ejes. ....</b>	<b>69</b>
<b>Gráfico 9: Imagen donde se muestra el proceso de embalaje del producto final. ....</b>	<b>71</b>
<b>Gráfico 10: Imagen del sistema experto en normal funcionamiento. ....</b>	<b>71</b>
<b>Gráfico 11: patrón de comparación optima de un sistema experto de medición de calidad. ....</b>	<b>73</b>
<b>Gráfico 12: Estructura de un sistema experto.....</b>	<b>76</b>
<b>Gráfico 13: Imagen de una red neuronal artificial. ....</b>	<b>80</b>
<b>Gráfico 14: Imagen que representa un modelo, entradas y salidas de un proceso.....</b>	<b>83</b>
<b>Gráfico 15: Imagen que describe un proceso real convertido a un modelo computacional. ....</b>	<b>84</b>
<b>Gráfico 16: Imagen que describe la importancia de un correcto análisis de las necesidades.....</b>	<b>86</b>

<b>Gráfico 17: Vista frontal de la empresa System Ceramics.....</b>	<b>90</b>
<b>Gráfico 18: Vista frontal de la empresa EQUIPCERAMIC.....</b>	<b>91</b>
<b>Gráfico 19: Vista frontal de la empresa FERRARI &amp; CIGARINI.....</b>	<b>92</b>
<b>Gráfico 20: Imagen que representa una correcta iluminación dentro de la empresa.....</b>	<b>93</b>
<b>Gráfico 21: Equipo UPS TRIPPLITE de 16 KVA online.....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfico 22: Nave de trabajo de una empresa de producción.....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 23: Imagen de expertos entrenando a sistemas inteligentes basados en IA.....</b>	<b>95</b>
<b>Gráfico 24: Etapas en el desarrollo de un sistema experto.....</b>	<b>107</b>

## LISTADO DE ANEXOS

<b>ANEXOS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 1 Autorización de empastado.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>104</b>
<b>Modelo de encuesta .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>107</b>
<b>Desarrollo de un sistema experto.....</b>	<b>107</b>

## **CAPÍTULO I**

### **1 INTRODUCCIÓN**

El uso de la inteligencia artificial en las empresas de producción de la ciudad de Cuenca ha causado una gran ventaja competitiva, debido a que se emplean menos recursos y se maneja un alto grado de precisión. Este proyecto tiene la finalidad de evaluar la influencia de la I.A. en los sistemas inteligentes que han implementado estas organizaciones, cual es el beneficio de esta inversión, y sobre todo identificar si es que existe un armonía entre los trabajadores y estas soluciones de software; se presentará un informe detallado de lo recabado en este proceso para finalmente poder presentar el entregable principal que es una guía de buenas prácticas de la inducción de la inteligencia artificial a los procesos que manejan las empresas hoy en día y que podrían ser automatizadas con una correcta asesoría y planificación.

#### **1.1 ANTECEDENTES**

El origen de la inteligencia artificial remonta de 1956 de la mano del matemático Jhon McCarthy cuyos conocimientos fueron plasmados en un libro con Claude Shannon, en el cual se trataba acerca de los fundamentos matemáticos de la teoría de autómatas que se orientaban a la formalización de ideas sobre la inteligencia. Se plantearon varios nombres para esta temática como: procesamiento de información compleja, inteligencia maquinística, programación heurística, tomando la acertada decisión de llamarla inteligencia artificial.

El padre de la I.A. fue Herbert Simon quien propuso la hipótesis del símbolo físico como una forma de representar y modelar el pensamiento humano, que fue la primera línea que siguió el desarrollo de la I.A. en su etapa inicial. El interés de Simon se fundamentaba en los procesos

que usa una persona para resolver problemas o tomar decisiones, empleando un computador como una herramienta de modelaje y simulación del pensamiento humano.

La inteligencia artificial ha pasado por un proceso de madurez en temas empresariales ya que estos esperan mucho más de los sistemas inteligentes pero se vieron restringidos por su incapacidad para adaptarse a entornos inciertos e imprecisos y por limitaciones lógicas relacionadas por la poca capacidad de percepción. La primera etapa de la I.A. dejó un legado importante en las empresas: una computadora no reemplaza a la inteligencia humana, un ordenador es un medio para desarrollarla, el capital de las organizaciones son sus empleados y la experiencia que estos adquieren día a día, los sistemas inteligentes funcionan de forma efectiva si generan una armonía entre el personal y el hardware y software.

Las empresas dedicadas a la producción de insumos para el hogar manejan una serie de procesos y actividades que poco a poco han sido automatizadas, en épocas anteriores todo era llevado de forma manual, lo que implicaba tener personal laborando las 24 horas del día, bajo una presión muy fuerte y con un nivel de rendimiento variable; por lo que se identificó la necesidad de automatizar aquellos procesos que significaban mayor sacrificio e inversión para la organización. Inicialmente se crearon máquinas que procesaban la materia prima pero de igual manera necesitan estar asistidas y manipuladas por el personal; esta nueva etapa en las empresas ayudó mucho durante un tiempo, pero al pasar de los años se creó una nueva ideología en las personas, esta fue de crear sistemas inteligentes capaces de tomar decisiones por sí mismos.

Hablamos de un poder de decisión en estos sistemas no con el uso de condicionales IF, OR, NOT, si no de crear inteligencia basadas en algoritmos inteligentes capaces de que una máquina razone y funcione de forma autónoma.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Si una empresa maneja un alto volumen de procesos, esto involucra personal que tiene que estar rotando las 24 horas del día y esas tareas implican mucha carga física e intelectual, porque no hacer uso de la tecnología mediante sistemas inteligentes y equipos con un razonamiento propio, capaces de aprender en base a entrenamientos para tener la capacidad de tomar decisiones propias. Por lo tanto un análisis de la influencia de la inteligencia artificial es el camino correcto para evaluar su rendimiento en las empresas y si se está logrando el objetivo de crear una ventaja competitiva.

## **1.3 SISTEMATIZACIÓN**

### **1.3.1 DIAGNÓSTICO**

- El tiempo de procesamiento de la maquinaria no es la adecuada.
- Se ha duplicado el trabajo que antes se llevaba manual en el proceso de automatización.
- No se puede generar una armonía de procesos entre el sistema maestro y el personal.
- El personal considera que no puede alcanzar la misma competitividad que la que realizan los sistemas inteligentes.
- El mantenimiento de estos sistemas inteligentes implica una dependencia de agentes externos.

### **1.3.2 PRONOSTICO**

- Las empresas que no administren bien la automatización de procesos mediante la inteligencia artificial corren el riesgo de entorpecer los procesos.
- El poco desempeño del personal se debe principalmente a la desmotivación al no sentirse capaces de imitar o mejorar el desempeño de los sistemas inteligentes.
- La dependencia de agentes externos para el mantenimiento de estos sistemas genera un flujo constante de dinero que podría ser reinvertido en otras áreas.

### **1.3.3 CONTROL DE PRONÓSTICO**

- Entrenar de forma adecuada a los sistemas inteligentes para que tengan una correcta respuesta en el proceso de toma de decisiones.
- Contar con el personal entrenado en caso de necesitarse soporte y cambios en los sistemas inteligentes.
- Instruir al personal sobre el aporte de la inteligencia artificial en la empresa y cuáles son las ventajas que estas representan, para luego motivarlos a que realicen su trabajo de igual o mejor manera.
- Sacar respaldo de los entrenamientos asignados a los sistemas inteligentes en dispositivos externos para poder reinstalarlos en caso de que se produzca un reinicio o cambios en el sistema experto.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar un análisis en que se evalué la influencia, los riesgos, soporte y las ventajas competitivas del uso de la inteligencia artificial en procesos de producción de insumos para el hogar en la ciudad de Cuenca.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una investigación sobre el uso de la inteligencia artificial en las empresas de producción, destacando los aspectos tecnológicos, sociales, ambientales y legales que han marcado su implementación en las organizaciones.
- Describir estos sistemas, como están operando en el medio, que ventajas están creando y las especificaciones técnicas que se puedan recabar para el aporte de esta investigación.
- Generar un manual de buenas prácticas del uso de la I.A. en las empresas dedicadas a la producción.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

- Buscar nuevas fuentes de información que permitan generar un manual del uso correcto de la IA en las empresas de producción.
- Generar un nuevo conocimiento fundamentado en un proceso investigativo, con pruebas de campo y buscando la forma de interactuar con estos sistemas.

- Poder entregar una guía para que las empresas puedan tener una base de conocimientos en la inducción de la inteligencia artificial en el manejo de sus procesos.

## **1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES**

### **1.6.1 ALCANCE**

En este proceso investigativo involucramos a las empresas Cuencas dedicadas a la producción de insumos para el hogar, las cuales han optado por el uso de sistemas inteligentes basados en inteligencia artificial para automatizar sus procesos, se busca analizar la influencia que tiene la I.A. en estos organismos comerciales para poder generar una guía del correcto manejo de los sistemas inteligentes y el camino adecuado para obtener una ventaja competitiva con esta automatización y entrenamiento.

La investigación en el área de producción la destinaremos directamente hacia los procesos asistidos por inteligencia artificial en la fabricación de cerámica.

### **1.6.2 LIMITACIONES**

El proyecto no engloba una descripción detallada del proceso de producción si no cuál es la función que realiza la inteligencia artificial en el manejo de procesos, además no contempla empresas que manejen un número de personal inferior a 200 ya que su labor puede ser llevada manualmente y no se busca inversión en sistemas inteligentes. Otra excepción muy importante es que no analizaremos empresas dedicadas a la producción de alimentos ni dispositivos electrónicos, netamente trabajaremos en el área de la cerámica.

## **1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

### **1.7.1 TÉCNICA**

El estudio técnico engloba la tecnología basada en sistemas inteligentes que están desarrollados con el uso de redes neuronales y algoritmos inteligentes, el análisis debe reflejar los mecanismos de entrenamiento de estos sistemas inteligentes, los patrones de enseñanza y metodologías empleadas, el proceso de control de calidad de estos sistemas basadas en I.A. para de esta manera obtener especificaciones técnicas y poder crear una guía del correcto uso.

Se emplearan recursos como:

- Cámaras fotográficas
- Paquete de ofimática para los reportes y redacción.

### **1.7.2 OPERATIVA**

La factibilidad operativa es la parte más importante ya que luego de evaluar y analizar la información recabada en el proceso investigativo, se podrá generar una guía donde se detallara las mejores prácticas del uso de la I.A., además de un análisis minucioso del uso de los sistemas inteligentes en el proceso de producción de insumos para el hogar dentro de las empresas de la ciudad de Cuenca. De esta forma el proyecto creará un gran aporte para la sociedad y se justificará todo el esfuerzo aplicado en el mismo.

### **1.7.3 ECONÓMICA**

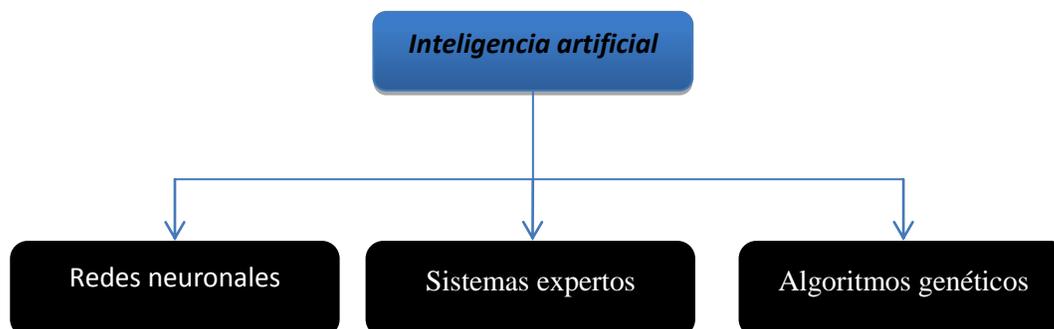
El desarrollo de este proyecto investigativo en su fase inicial implica una gran inversión intelectual más que económica debido a que se busca recabar información para luego ser analizada y finalmente generar una serie de soluciones en beneficio de la sociedad, el manual

generado al terminar el proyecto tendrá un costo si es que existe una demanda por este material.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO



*Mapa conceptual de las teorías que involucran la inteligencia artificial.*

#### REDES NEURONALES

La capacidad de raciocinio ha permitido desarrollar al hombre una tecnología orientada a simular la inteligencia de las personas, conocidas como redes neuronales artificiales.

Son sistemas ideados como abstracciones de la estructura neurobiológica (cerebro) encontradas en la naturaleza y tienen la característica de ser sistemas desordenados capaces de guardar información. Con estos sistemas logramos emular el pensamiento, gracias a que se comunican entre sí facilitando el aprendizaje de los sistemas expertos. Para que una red neuronal pueda aprender necesita almacenar los datos en algoritmos, estos evalúan el problema y proveen la mejor solución en base a su aprendizaje.

Estos algoritmos de aprendizaje se han logrado perfeccionar con la ayuda de ingenieros, psicólogos, médicos, matemáticos y físicos que han aportado de diferentes maneras, en base a esto se destaca que:

- Una neurona es un elemento no lineal, esto le permite simular sistemas no lineales y caóticos que con un sistema clásico no se podría realizar.
- Estos sistemas son tolerantes a los fallos, al ser un sistema distribuido, acepta fallos en algunos elementos individuales sin alterar la respuesta y rendimiento del sistema maestro. A diferencia de un sistema tradicional en donde, si falla uno de los componentes deja de funcionar en su totalidad.
- Las redes neuronales son capaces de modificar parámetros de los que depende su funcionamiento, de acuerdo con los cambios que sufra en el entorno de trabajo, básicamente en base a las entradas que reciba por parte del experto.

Una red neuronal necesita pasar por un proceso de entrenamiento para lograr una salida (respuesta) correcta en base al aprendizaje que esta reciba. Se presentan en esta etapa de aprendizaje dos métodos: aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado.

### **Aprendizaje supervisado**

Presenta a la red neuronal las salidas que debe proporcionar ante las señales que se produzcan. Se debe observar la salida de la red y determinar la diferencia entre ésta y la señal deseada. Se

permiten en este aprendizaje 2 variantes y de acuerdo al error cometido se refuerza la enseñanza y métodos de aprendizaje.

### **Aprendizaje no supervisado**

En estos algoritmos no se conoce la señal deseada que debe devolver la red neuronal, en este caso se organiza ella misma agrupando, según sus características, las diferentes señales de entrada. Estos sistemas proporcionan un método de clasificación de entradas mediante técnicas de agrupamiento.

### **SISTEMAS EXPERTOS**

Son sistemas de computación basados en conocimientos cuyos componentes representan un enfoque cualitativo de la programación, además el primer resultado operacional de la Inteligencia artificial, pues logran resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio de igual forma que lo hace el experto humano.

Estos sistemas tienen la capacidad de integrar un entorno embebido en sus procesos, esto quiere decir que permiten unir hardware y software logrando que estos funcionen como un solo elemento y se comuniquen entre sí. La clave de implementar inteligencia artificial en las empresas de producción está en trabajar con sistemas expertos.

## **ALGORITMOS GENÉTICOS**

Son métodos adaptables que se emplean para resolver problemas de búsquedas y optimización de procesos. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. Estos algoritmos permiten la exploración de un abanico de mucho más amplio de posibles soluciones que los programas tradicionales, al analizar los mecanismos de selección natural entre programas, en condiciones perfectamente comprendidas y controladas, los sistemas prácticos conseguidos podrían arrojar una señal sobre la evolución de la vida y la inteligencia natural.

Son una técnica robusta que puede resolver una amplia gama de problemas que provengan de diferentes áreas, no se garantiza que el algoritmo genético encuentre una solución óptima al problema. Existe evidencia de que los resultados presentados son aceptables.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **Inteligencia artificial**

<sup>1</sup>Razón no es sino cómputo, es lo que proclamaba el filósofo inglés Thomas Hobbes con lo cual ponía en marcha proféticamente hacia 1650 la inteligencia artificial, este lema, según él mismo explicaba, expresaba que el pensar es un discurso mental, es decir, que el pensar está formado por operaciones simbólicas, exactamente como hablar en voz alta o hacer cálculos con pluma y papel con la diferencia, desde luego, de que se realiza internamente.

---

<sup>1</sup> LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, Google Ebooks. Copiado el 05/10/2012 de [http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BcKGEg\\_HBvYC&oi=fnd&pg=PA4&dq=que+es+la+inteligencia+artificial&ots=fnM7Gs2JdB&sig=TwB9ZfKL4cv-AFeoy9gkKa4NBG8#v=onepage&q=que%20es%20la%20inteligencia%20artificial&f=false](http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BcKGEg_HBvYC&oi=fnd&pg=PA4&dq=que+es+la+inteligencia+artificial&ots=fnM7Gs2JdB&sig=TwB9ZfKL4cv-AFeoy9gkKa4NBG8#v=onepage&q=que%20es%20la%20inteligencia%20artificial&f=false)

<sup>2</sup>La primera idea de crear Inteligencia Artificial, similar a la que posee el ser humano, es antigua. Se remonta al año 1815, y se presenta en una obra del autor Ernst Theodor Amadeus Hoffman, quien es considerado un representante del romanticismo alemán y en su obra “The tales of Hoffman” se presenta un relato de una historia de tres amores, y en una de estas historias la protagoniza una muñeca mecánica de nombre Olimpia quien se enamora del autor.

Años más tarde, la idea de la existencia de una Inteligencia Artificial se llega a retomar, y la búsqueda por definir este nuevo concepto se da precisamente a partir de un hecho histórico en 1996 cuando un ordenador de nombre Deep Blue derrota al campeón de ajedrez Gary Kasparow, este hecho empieza a generar la idea de que una máquina es más inteligente que el ser humano, debido a que quedaba comprobado que un ordenador podía realizar mayor número de actividades y llegar a tener un mejor desarrollo y habilidad que el propio ser humano. Con este hecho trascendental, se empezaron a realizar diferentes artículos apoyando y refutando la idea de que un ordenador era superior a la mente humana, este hecho histórico marcó el inicio de la Inteligencia Artificial, dando todo el crédito a las máquinas y a los ordenadores.

### **Redes neuronales artificiales**

Las redes neuronales artificiales o ANN (Artificial Neural Networks) se crearon con el objetivo de reproducir de forma básica las funciones elementales del cerebro humano. Las arquitecturas en red con un gran número de conexiones entre varias capas de procesadores fueron introducidas para reproducir la estructura del cerebro humano. La información

---

<sup>2</sup> INGENIERÍA Y CIENCIA BY SUITE 101, Portal de ingeniería y Ciencia. Copiado el 05/10/2012 de <http://suite101.net/article/historia-de-la-inteligencia-artificial-a25035>

contenida en una red neuronal se codifica en la estructura de la red y en los pesos de las conexiones.

En una situación particular, los pesos de las conexiones tienen que modificarse para reproducir la salida deseada. Esta tarea de aprendizaje se consigue mediante una técnica de aprender por analogía, es decir, el modelo se entrena para reproducir las salidas de un conjunto de señales de entrenamiento con el objetivo de codificar de esta forma la estructura del fenómeno. La aparición de ordenadores rápidos en los que pudieran simularse redes grandes y complejas, y el descubrimiento de potentes algoritmos de aprendizaje han sido las causas que han posibilitado el desarrollo rápido de este área de conocimiento.

La unidad de una red neuronal artificial es un procesador elemental llamado neurona que posee la capacidad limitada de calcular, en general, una suma ponderada de sus entradas y luego le aplica una función de activación para obtener una señal que será transmitida a la próxima neurona.

### **Sistemas expertos**

Los sistemas expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo. Un Sistema Experto de verdad, no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.

Se lo puede definir como aquel programa de ordenador que contiene la erudición de un especialista humano versado en un determinado campo de aplicación. En este sentido, los expertos escasean y su contratación supone una gran inversión económica, por lo que se intenta construir un sistema de forma que los conocimientos del experto se representen en una forma que el ordenador pueda procesar. Esto es, un modelo computarizado de las capacidades de razonamiento y habilidades en resolución de problemas del especialista humano.

Dado que un sistema experto pretende emular la actividad de los expertos humanos, debería ser capaz en principio de:

- Resolver el problema que se les plantea de la misma manera que el experto humano.
- Trabajar con datos incompletos o información insegura.
- Explicar el resultado obtenido.
- Aprender conocimientos nuevas sobre la marcha.
- Reestructurar los conocimientos de que dispone en función de datos nuevos.
- Saltarse las normas, cuando se llega a la conclusión de que éstas no son aplicables a nuestro caso concreto.

Los sistemas expertos tienen notables ventajas sobre los expertos humanos; por una parte, el conocimiento contenido en los sistemas expertos es más fácil de documentar y de transferir que el de los expertos humanos. Por todo esto los sistemas expertos resultan, a la larga, más económicos para la organización que los expertos humanos.

## **Algoritmos genéticos**

Son métodos de búsqueda basados en los mecanismos de la selección natural y los principios de la genética. Fueron desarrollados tratando de imitar algunos de los procesos observados en la evolución natural.

Los mecanismos que guían esta evolución no son ampliamente entendidos, pero algunos de sus principios, mas aceptados por los biólogos son:

1. Los procesos de evolución operan sobre los cromosomas, elementos orgánicos que codifican las estructuras de los seres vivientes.
2. La selección natural e la unión entre los cromosomas y la actuación de las estructuras decodificadas. Los procesos de selección natural permiten que se reproduzcan más aquellos cromosomas que codifican estructuras más exitosas de las que no lo son.
3. El proceso de reproducción ocurre cuando la evolución toma lugar, bien a través de mutaciones, donde los cromosomas de los hijos difieren ligeramente a los de los padres, o por procesos de recombinación. En los cuales los hijos varían significativamente respecto a los de los padres mediante la combinación del material genético de los padres.

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **Propiedad intelectual**

El software es una parte muy importante a lo que concierne a derecho de autor, ya que este goza de protección, ya que al ser de una fácil distribución y contenerse en los instaladores puede ser reproducida para distribuirse de forma ilegal. Un proyecto de software implica esfuerzo y tiempo el cual debe ser protegido. Este mecanismo legal protege la creación

intelectual, evita copias y reproducciones ilegales que no han sido de consentimiento de su autor, y si el mismo no obtuvo un beneficio económico en este proceso.

El mercado está poniendo las reglas y procesos de protección sobre la base de la tecnología y las formas de comunicaciones interactivas existentes.

### **Programas de ordenador de dominio público**

Ley de propiedad intelectual: “fenecidos los plazos de protección previstos en esta sección, las obras pasarán al dominio público y, en consecuencia, podrán ser aprovechadas por cualquier persona, respetando los derechos morales correspondientes.”

Este software se encuentra dentro de la protección de derechos de autor, copias y distribuciones del programa podrían no hacerse libres, existe una diferencia entre los términos dominio público y software libre.

## **2.4 MARCO ESPACIAL**

La investigación se llevara a cabo dentro de la ciudad de Cuenca, en empresas de producción de insumos para el hogar en las que destacamos: COLONEAL, INDUGLOB, KERAMICOS, CERAMICAS RIALTO siendo esta última la empresa target de este proyecto. Donde se estudiara los sistemas inteligentes que estos poseen y la forma en que la inteligencia artificial apoya cada proceso, las ventajas y si son desarrolladas para ser escalables. El tiempo en que se llevara a cabo la investigación está estimado en 3 semanas y otras 2 semanas de ordenamiento de ideas y creación del producto final, que es un manual de buenas prácticas para el correcto uso de la inteligencia artificial dentro de las empresas de producción.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La principal unidad de análisis es la empresa CERAMICAS RIALTO, una empresa Cuencana que posee el sello de calidad INEN, es líder en producción de cerámica para piso y pared, la cual ha optado por el uso de sistemas inteligentes en el manejo de varios procesos, especialmente en los que se requieren una alta carga de esfuerzo físico e intelectual el cual no podría ser efectuado por un obrero.

La información se receptara en base a entrevistas al personal que está encargado de estas áreas, además de visitas técnicas para conocer a fondo estos procesos los cuales deben ser documentados y evidenciados.

##### 3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

###### **Investigación de campo**

Es el proceso que emplea un método científico que permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social, además de estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos.

### TÉCNICAS

- **La observación:** es la técnica de investigación por excelencia que incluye procedimientos informales y hasta los más sistematizados.

- **Cuestionarios:** se los envía por correo, conocido como una encuesta postal.
- **Entrevistas:** es uno de los procedimientos más utilizados dentro de las investigaciones sociales. Se busca algo más que solo recopilar datos.

### **Investigación aplicada**

La investigación aplicada consiste en trabajos originales realizados con el fin de adquirir nuevos conocimientos, está dirigida principalmente hacia un objetivo práctico específico.

### **Objetivos de la investigación aplicada**

- Producir un razonamiento inductivo. A partir del estudio, la observación y recogida de datos, establece hipótesis o teorías.
- Puede producir nuevos conocimientos al lector, o confirmar teorías que ya se sabían.
- Hacer una crónica, un registro sistemático de lo que va sucediendo a lo largo del estudio.
- Describir situaciones o hechos concretos
- Proporcionar ayuda, conocimiento o instrucción al caso estudiado
- Comprobar o contrastar fenómenos, situaciones o hechos.
- Pretende elaborar hipótesis
- Un estudio de caso pretende explorar, describir, explicar, evaluar y transformar.

### **3.1.3 MÉTODO**

El método empleado es el deductivo, ya que partiremos de lo general, de las ideas que tenemos hacia lo particular, hacia una profunda investigación. Consiste en un procedimiento en donde

se desarrolla una teoría empezando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas para luego deducir sus consecuencias con la ayuda de las subyacentes teorías formales.

### **3.1.4 TÉCNICA**

Las técnicas que se emplearan en este proceso son las siguientes:

- **Entrevistas**

Esta técnica permite interactuar directamente con las personas, y nos ayuda a recopilar gran cantidad de información. Se buscará interactuar directamente con las personas que estén en contacto directo con estos sistemas inteligentes basados en inteligencia artificial.

- **Observación directa**

La técnica de observación directa contempla el comportamiento del investigado tal y como se realiza. Un ejemplo de esta técnica puede darse en una clase, al seleccionar una muestra y contar el número de veces que miran el reloj. Cuando una clase resulta aburrida, la gente tiene tendencia a mirar la hora.

### **3.1.5 INSTRUMENTO**

El instrumento que empleare en el proceso de investigación es el libro titulado: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, ISBN 968-422-931-3, de los autores: M. en C. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. Pilar Baptista Lucio.

### 3.2 METODOLOGÍA ESPECÍFICA

No se aplica porque es un proyecto de investigación.

#### Bibliografía

- Ruiz, José Ignacio. Metodología de la investigación, (5ta edición). Universidad de Deusto, Bilbao – España.
- Escolano, Francisco. Inteligencia artificial Modelos, técnicas y áreas de aplicación, (1era edición). Gráficas Rogar. Madrid – España.
- Rauch, Wendy. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria, (1era edición). Mono Comp S.A. Madrid – España.

#### Anexos

##### Prueba de TURING, un hito dentro de la I.A.



Alan Mathison Turing (1912-1954).

*Gráfico 1: fotografía del filósofo Alan Turing.*

**Fuente:** Portal la Moviada.<http://is.gd/cnJ4BU>

El matemático criptógrafo y filósofo inglés, Alan Turing (1912 - 1954), condenado, a causa de su homosexualidad, a un tratamiento farmacéutico, equivalente a la castración, que lo llevaría al suicidio por envenenamiento con cianuro, dejando junto a sí una manzana mordisqueada, es considerado el padre de la inteligencia artificial. Turing a partir de la hipótesis positivista de que si una máquina se comporta en todos los aspectos como inteligente, entonces debe ser inteligente, establece, en sus trabajos pioneros, las bases conceptuales que han permitido la interacción hombre – máquina actual.

En un artículo publicado en la revista Mind de octubre de 1950 titulado “computing machinery and intelligence”, el cual inicia con PROPOSE to consider the question, Can machines think? Turing presenta lo que actualmente se conoce como el test de turing, una secuencia de preguntas que permite identificar la existencia de inteligencia en una máquina y, por extensión, en caso de tener sólo flujo de datos, identificar si se interactúa con una máquina.

Estos conceptos se han adaptado a la problemática de identificación que presenta la batalla entre humanos y robots informáticos que actualmente se desarrolla en diferentes medios de comunicación. Principalmente internet, por supuesto que en sentido inverso o sea; utilizando el test de turing para reconocer si se interactúa con humanos.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 DESARROLLO**

#### **4.1 INVESTIGACIÓN EN LA EMPRESA**

##### **4.1.1 INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo está basado en una visita técnica a la empresa líder en producción de cerámicas de ciudad de Cuenca llamada: CERÁMICAS RIALTO para lo cual cuento con la autorización del gerente el ing. Boris Burbano Palacios.

Por medio de una entrevista obtendremos información precisa y oportuna que será la clave fundamental para el desarrollo de este proyecto investigativo, luego conoceremos las instalaciones de esta empresa y con el jefe de cada área veremos la labor efectuada por los obreros y la inteligencia artificial en cada proceso.

El porqué de la investigación en esta determinada empresa es por la calidad en los productos que esta empresa produce, el prestigio que la ha hecho posicionarse en países de Latinoamérica como un proveedor de cerámica de alta calidad y por el respaldo que ha implantado el sello de calidad INEN en manejo de procesos, siendo esta una de las 5 únicas empresas que cuentan con esta ventaja competitiva en la ciudad de Cuenca.

#### 4.1.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA



*Gráfico 2: Logo oficial Cerámicas Rialto S.A*

***Fuente: Página Oficial Cerámicas Rialto. <http://is.gd/07p2VQ>***

Cerámicas Rialto es una empresa Cuencana propiedad del grupo Eljuri, empezó sus operaciones en 1982, está ubicada en la zona de Chaullabamba Kilómetro 8 ½ al norte de la ciudad. Se dedica a la producción de revestimiento para pisos y paredes en monoquema y monoporosa en pasta roja en los siguientes formatos: 20x30, 25x33, 25x40 en paredes y 30x30, 35x50 y 42.5x42.5 en pisos.

En lo que se refiere al mercado internacional RIALTO S.A. se encuentra presente en varios países con distribuidores en Colombia, Perú, Chile, Panamá, Centro América, México, Puerto Rico, Estados Unidos entre otros. La empresa cuenta con la certificación ISO 9001 versión 2008 y el sello de calidad INEN 654.

Posee un área cubierta de 22.000 m<sup>2</sup>, tecnología de punta con maquinaria europea e italiana, con los procesos de control de calidad más avanzados en la industria, 350 personas que laboran en la actualidad en los diferentes departamentos y una capacidad productiva que sobrepasa los 420.000 m<sup>2</sup> mensuales.

## **Misión**

Exceder las expectativas de nuestros clientes en el mercado de cerámica, ofreciendo diseños innovadores con productos de calidad, por medio de un equipo de trabajo capacitado, a un alto nivel de servicio, a través de nuestra red de distribuidores.

## **Visión**

Ser la empresa productora de revestimientos cerámicos con mayor rentabilidad, con la más alta calidad en producto, diseño y tecnología, apoyada en un recurso humano capacitado y comprometido, consolidándose como la mejor marca en el mercado ecuatoriano.

### **4.1.3 INVESTIGACIÓN SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN CERÁMICAS RIALTO**

Para conocer el uso de la inteligencia artificial de esta empresa iniciaremos con la descripción de cada uno de los procesos que se llevan a cabo para obtener el producto final.

#### **PROCESOS MECÁNICOS**

##### **Proceso 1: Pasta borbotina**

En este primer proceso las tractoras ingresan todo el material necesario, especialmente la arcilla que es traída de las minas que posee la empresa en diferentes zonas costaneras del país y algunas ubicadas localmente. Los obreros colocan el material sobre una máquina transportadora, en conjunto con piezas de cerámica que no paso la revisión de calidad o sufrió algún tipo de daño en el proceso de manufactura, esto nos permite destacar que se hace reutilización de los materiales de piezas en mal estado.

Los molinos mezclan el material para obtener la pasta borbotina (pasta que se prepara para encolar dos piezas del mismo objeto).

**Proceso 2: Atomizado**

Un atomizador es un equipo para obtener tierra de una determinada granulometría por vía húmeda y relativamente frío. Consiste en unos aspersores o boquillas que pulverizan la barbotina “mezcla molida de tierra+agua” dentro de un ciclón donde debido a una depresión se evapora el agua.

**Proceso 3: Creación del bizcocho**

El bizcocho es el cuerpo de la cerámica que está formado por materia prima como: arcilla, cuarzos, entre otros que le confieren las características necesarias dentro del ciclo productivo, el bizcocho está creado según las especificaciones técnicas de los laboratorios de la fábrica, esto es cuidado celosamente ya que es lo que se refleja en calidad y durabilidad.

**Proceso 4: prensado del bizcocho**

La principal función del prensado es conformar la pieza cerámica y obtener una distribución homogénea de la densidad aparente en la pieza. El mecanismo de compactación consiste en una reordenación de los gránulos para mejorar la densidad de empaquetamiento, reducción del volumen total de huecos intergranulares por deformación plástica y rotura-fragmentación de gránulos y una disminución de la porosidad intragranular.

**Proceso 5: esmaltado**

Es el proceso en donde se aplica líquido en base acuosa tanto del engobe (Es una mezcla homogénea de sólidos en suspensión, aplicación líquida en base acuosa.) como del esmalte.

**Proceso 6: Serigrafía**

Este proceso es realizado por una persona, que selecciona los tonos a aplicarse, y el diseño que se va efectuar sobre el bizcocho, al ser una actividad manual se limita en gran parte el diseño sobre la pieza que se aplica mediante presión de una espátula sobre tela de naylon con el dibujo que se quiere imprimir y donde está depositado la pasta serigráfica.

**Proceso 7: Horneado de la pieza**

El personal moviliza estos transportadores por los rieles que existen para este efecto hacia el horno en donde ingresa el bizcocho durante 45 minutos, este proceso es vigilado por obreros que operan en esta área de la empresa y están asistidos por ingenieros mecánicos.

**PROCESOS INTELIGENTES****Proceso 8: Clasificación de la cerámica**

Para el proceso de clasificación existen tres categorías en las que se puede ubicar una pieza de cerámica.

- **Cerámica de primera**

Es la cerámica cuya calidad esta sobre el 80% de los patrones definidos como óptimos para la comercialización.

- **Cerámica de segunda**

Es aquella cerámica que no es homogénea, que tiene alguna desviación o una falla no considerable que puede ser usada y comercializada.

- **Cerámica de tercera**

Es aquella cerámica que salió rajada, rota total o parcial, no puede ser comercializada y será reutilizada como materia prima.

En el proceso de clasificación se emplea inteligencia artificial, un completo sistema de reconocimiento de patrones asignados por un obrero.



*Obrero que escribe los patrones de comparación sobre la cerámica.*

El sistema experto está entrenado para identificar patrones marcados en la cerámica en base a la siguiente asignación:

- **Visual**

Determina una falla que es fácil de identificar mediante la visión.

- **Rajado**

La pieza está trizada de forma parcial o total.

- **Desperfecto en prensa**

La pieza tiene deformaciones o grumos.

- **Hoyuelo**

La cerámica tiene hundimientos y desniveles.

- **Grumo**

Sustancia espesa sobre la pieza que no la hace uniforme.

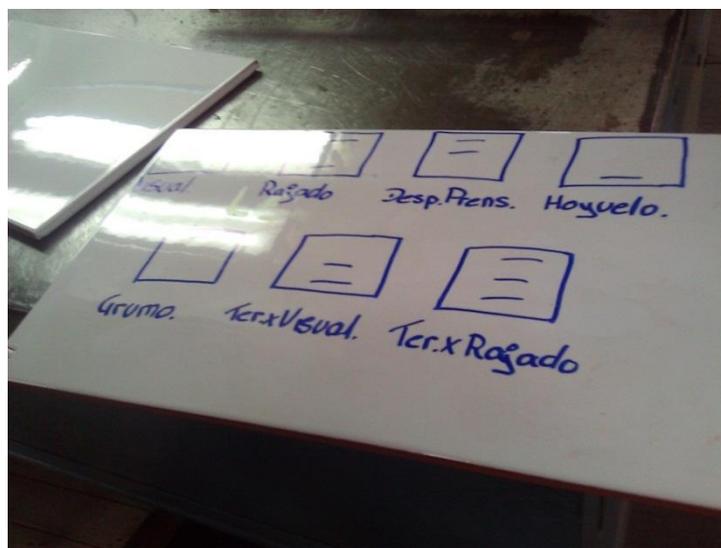
- **Tercera visual**

Tiene muchos desperfectos y es determinada como cerámica de tercera categoría por evaluación visual.

- **Tercera rajado**

La pieza tiene muchos desperfectos, cortes y es determinada como tercera categoría.

El obrero escribe sobre la cerámica con la ayuda de un resaltador los patrones encontrados de forma visual sobre la misma, es decir evalúa el estado de la pieza, y en base al formato de comparación asigna el rasgo que corresponde según la claqueta que observamos en la imagen.



*Claqueta de patrones de comparación para el sistema experto*

## Sistema experto de identificación de cerámicas



*Sistema experto de selección de piezas en base a patrones de comparación.*

Este sistema evalúa los rasgos ingresados por el obrero, examina la cerámica y determina si está correctamente seleccionada, si no toma una decisión en base al entrenamiento que ha tenido por el personal de control de calidad y ubica las piezas en tres partes, la una es cerámica de primera, cerámica de segunda y cerámica de tercera clase.

### **Proceso 9: mediciones de la producción**

En este proceso otro sistema basado en inteligencia artificial evalúa el desempeño de la producción, cuenta cuantas piezas se produjeron, mide el nivel de calidad el cual para ser óptimo debe estar sobre el 80%.

DESCRIPCION	NR. PIE	C/D	PARC.	L/S	ESTADO MAQUINA	MINUTOS	C/D
1. PIEDRAS TOTAL	3385	79.9	87.5	0			
2. PIEDRAS TON. 1	3385	79.9	87.5	0			
3. PIEDRAS TON. 2	0	0.0	0.0	0			
4. PIEDRAS TON. 3	782	18.4	18.2	0			
5. PIEDRAS TON. 4	131	3.0	1.7	0			
6. PIEDRAS X VEDADA	33	0.7	0.0	0			
7. PIEDRAS X DESMORF	183	2.5	0.0	0			
8. PIEDRAS X FONDOS	323	7.4	1.4	0			
9. PIEDRAS X CORROTE	172	4.0	2.6	0			
10. PIEDRAS X BARRAS	172	4.0	0.0	0			
11. PIEDRAS TOTAL	3385	79.9	1.7	0			
12. PIEDRAS X VEDADA	33	0.7	0.0	0			
13. PIEDRAS X BARRAS	77	1.8	0.0	0			
14. PIEDRAS X FONDOS	0	0.0	0.0	0			
15. PIEDRAS PRIMERA	133	30.2	79.2	0			
16. PIEDRAS SEGUNDA	31	10.2	19.0	0			

*Sistema experto de medición de producción de la empresa.*

Este sistema efectúa una medición de los siguientes parámetros:

- Número de piezas de primera clase.
- Número de piezas de segunda clase.
- Número de piezas de tercera clase.
- Número de piezas con defectos visual.
- Número de piezas con defectos de tipo rajado.
- Número de piezas con desperfecto en prensa.
- Número de piezas con defecto de tipo hoyuelo.
- Número de piezas con defectos de grumo.
- Número de piezas con defectos de tercera visual.
- Total de entrada de material para la producción.
- Total de piezas entradas en línea.
- Número de pilas descargadas para ser horneadas.

- Estado de las máquinas.
- Errores encontrados.
- Número de veces que el sistema se detuvo por errores o cambios.
- Total del tiempo empleado en el proceso.
- Piezas revisadas por minuto.
- Medición de la producción sobre el 100%.

### **Proceso 10: embalajes del producto**

Este proceso es asistido por un sistema experto que controla los robots que se encargan de seleccionar la cerámica de primera y de segunda, embalarla y hacer pilas de 25 cajas para que estas sean transportadas hacia el pre embodegamiento.



*Sistema experto de embalaje y selección de cerámica mediante robots.*

El sistema ha sido entrenado embalar y apilar la cerámica de forma continua, ubicando las cajas de forma estratégica para evitar que las piezas sufran daños y así se logra que entren más cajas en cada pila. Este sistema funciona de forma independiente no necesita ser asistido por los obreros. Finalmente los montacargas movilizan la cerámica para ser embodegada.

#### **4.1.4 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA – CERÁMICAS RIALTO**

La entrevista se realizó al gerente general de Cerámicas Rialto, el Ing. Boris Burbano.

### **Universidad tecnológica Israel**



#### **Encuesta – Inteligencia artificial en la producción de cerámica.**

- 1. ¿Cuándo surgió la necesidad de apoyarse en la inteligencia artificial para el manejo de procesos en la empresa?**

Por la demanda del mercado que exigía mayor producción con la misma calidad que ha caracterizado a la empresa, por los beneficios que ofrece la tecnología, un sistema no se cansa no necesita detenerse, necesita un correcto mantenimiento y todo esto es un ahorro en sueldos de obreros que serán suplidos por máquinas inteligentes.

**2. ¿Cuáles fueron las primeras impresiones que se dieron al introducir a la empresa al uso de la tecnología?**

Las primeras impresiones fueron y serán siempre negativas, como se mencionaba anteriormente un obrero sufre una total desmotivación al observar que una máquina efectúa el trabajo con alta precisión y no podrá ser reubicado en otro lugar de trabajo debido a que todas las personas ya tienen asignadas funciones específicas.

**3. ¿Alrededor de cuantos procesos se llevan a cabo mediante el uso de sistemas expertos?**

Se llevan a cabo tres importantes procesos, el de clasificación de cerámicas según las normas establecidas por la empresa, la medición del índice de producción y finalmente en embalaje y apilamiento del producto final. Estos procesos son automáticos no necesitan ser asistidos por los obreros.

**4. ¿Qué tiempo fue necesario para lograr implementar los sistemas expertos en la organización?**

Los sistemas expertos en el área de la producción de cerámica existen, son fáciles de conseguir, el problema es el tiempo que toma traer estos sistemas y la maquinaria que engloban los mismos, tomó alrededor de 1 año importar y calibrar el funcionamiento acorde a las necesidades que tiene Cerámicas Rialto.

**5. ¿los sistemas expertos implementados son de procedencia nacional o extranjera?**

Todos los sistemas expertos y la maquinaria hidráulica – neumática son de procedencia Italia y Española.

**6. ¿desde su punto de vista fue una inversión de tipo baja, media, o alta?**

La inversión en tecnología siempre deberá ser evaluada previamente con un ante proyecto de trabajo donde se describa las ventajas y los beneficios que obtendrá la empresa al implementar la inteligencia artificial para el correcto manejo de procesos, la inversión es alta pero justificable por los múltiples beneficios que se adquieren.

**7. ¿En qué porcentaje ayudó la tecnología para obtener la norma de calidad INEN en el manejo de procesos en la empresa?**

No solo la tecnología forma parte de una norma INEN la labor de los obreros es muy importante, su contribución y dedicación es pilar fundamental para Cerámicas Rialto, la norma INEN se apoya en aspectos tales como manejo de procesos que se divide en el trabajo de los obreros y el de los sistemas expertos, por otra parte el contar con un centro de medición y control de calidad propio es lo que le permite gozar de este beneficio a la empresa.

**8. ¿la inversión ha sido recuperada o reflejada de forma positiva en la empresa?**

**Si es así cuál es su punto de vista.**

La inversión fue recuperada en un periodo corto, esto se dio gracias a que se tuvo un plan de inversión, un estudio previo pero esencialmente se contó con un plan de contingencia en donde se hace una gran pregunta que es, ¿qué pasaría si?. Esta interrogante indica múltiples factores que se pudieron dar y como la empresa iba reaccionar ante esto.

**9. ¿El uso de la tecnología ha ocasionado la perdida de personal, o que acciones se tomaron para motivar al personal para trabajar en conjunto con los sistemas expertos?**

La empresa ha perdido a muchos obreros al introducir la tecnología, se maneja un lema que indica que si se invierte en tecnología esto debe representar un ahorro en sueldos de los obreros y los gastos que implica contar con personal laborando en diferentes jornadas. No se toma mayores acciones, los trabajadores saben que no pueden ser reubicados y que lastimosamente perderán sus puestos de trabajo.

**10. ¿En porcentaje cual fue el grado de aceptación de los empleados cuando se introdujo la inteligencia artificial en la empresa?**

El grado de aceptación de un empleado ante la tecnología es 0%, una maquina suplirá su puesto de trabajo, y esto es irrevocable.

**11. ¿Cuál es el porcentaje de trabajo que llevan a cabo los sistemas expertos frente al trabajo que hacen los obreros?**

No se podría comparar presto que en la empresa hay múltiples actividades asistidas y automáticas en donde intervienen personas y sistemas expertos. Todo esto se conoce como proceso de fabricación y es uno solo.

**12. ¿Cuál ha sido el incremento reflejado tras el uso de la inteligencia artificial en su empresa específicamente en producción?**

La producción efectivamente ha incrementado, se puede aumentar volúmenes de manejo de materia prima, esto ha sido un beneficio muy importante, si aumenta la producción aumenta la utilidad. Además se puede manejar procesos los cuales no podrían ser llevados por obreros debido al riesgo a su integridad que estos implican.

**13. ¿Surgió algún inconveniente en la implementación de sistemas expertos y como se los mitigó?**

Los problemas no fueron mayores debido a que la empresa que es proveedora de estos sistemas ofrecen soporte personalizado y enseñanza al personal para que puedan dar solución a múltiples inconvenientes, se emplea un proceso de entrenamiento y se lo graba en discos extraíbles, si se desconfigura ya sea por intermitencia de corriente eléctrica o agentes externos simplemente se copia la información de los discos y los sistemas expertos vuelven a funcionar de forma correcta.

- 14. ¿Cómo califica el mantenimiento de estos sistemas, costoso, razonable o bajo, o a su vez la empresa cuenta con el personal capacitado para efectuar esta labor?**

Se cuenta con el personal adecuado, y el mantenimiento es razonable, más bien se planea anualmente un accionar correctivo con todos los equipos y esto ha sido suficiente para mantener la calidad dentro de la empresa.

- 15. ¿Cuál es el nivel de dependencia que tiene la empresa con la inteligencia artificial?**

El nivel de dependencia de Cerámicas Rialto hacia estos sistemas expertos es al 100%, todas las actividades van en cadena, no puede continuar la fabricación si un horno o la clasificadora dejan de funcionar. Para solventar esto cuenta con 3 procesos de producción si llegara a tener problemas uno de ellos, los otros dos continúan trabajando hasta dar una solución efectiva en el menor tiempo posible.

- 16. ¿la tecnología empleada ha cumplido con las expectativas del comité de empresa y de usted como gerente?**

Efectivamente, es por eso que se está buscando nuevos proyectos de inversión basados en inteligencia artificial e innovar los procesos que actualmente se llevan a mano, esto no quiere decir que se cambiara todo hacia un sistema ya que algunas actividades requieren la labor de un obrero pero si se busca mejorar la calidad en base a precisión y rapidez en el procesamiento.

#### **4.1.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

La inteligencia artificial en cerámicas Rialto ha sido de gran ayuda para agilizar los procesos que se llevan a cabo en cada área, aún se manejan procesos de tipo manual, y es necesario contar con personal que supervise estas actividades. Muchos procesos no se pueden sustituir por completo por sistemas expertos debido a que es necesario emplear la labor de los obreros, ellos conocen la cantidad de material a usar, identifican cual es la arcilla que van a emplear, corrigen o efectúan procesos sobre la materia prima antes de encaminarla hacia los molinos como por ejemplo eliminar lodo, piedras y demás materiales que pueden afectar el proceso de producción.

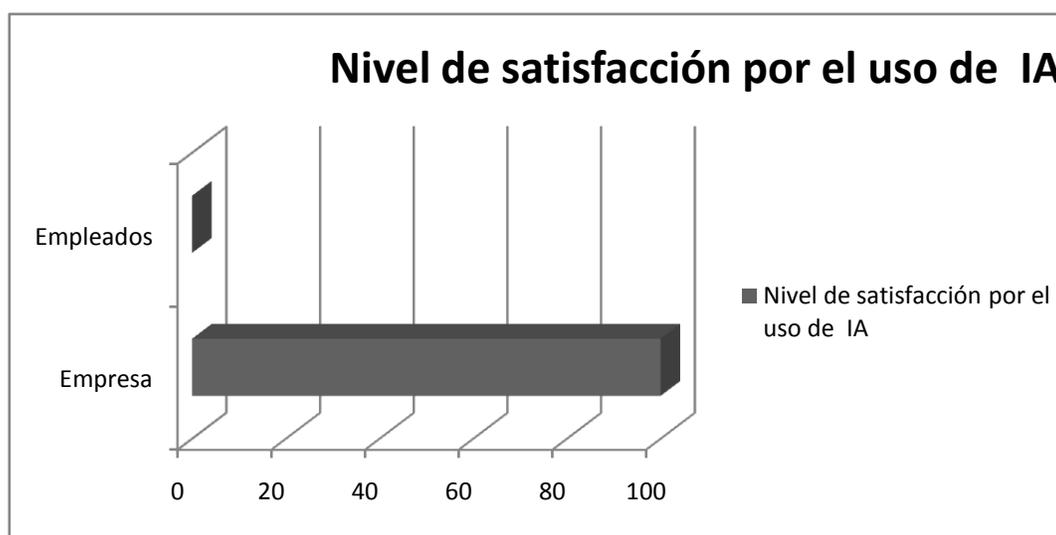
Los obreros separan la arcilla húmeda y la remplazan por otra que esté en mejor estado; el hecho de buscar automatizar todo un proceso de fabricación de cerámica demanda dejar sin trabajo a muchas personas, en la entrevista que se tuvo con el gerente general el Ing. Boris Burbano se dejó claro un aspecto muy importante para este proyecto, la inteligencia artificial involucra inversión y un gran esfuerzo por parte del comité de empresa, de tal manera que si un área está compuesta por 12 obreros que trabajan en conjunto y se adquiere sistemas expertos estos obreros deberán ser despedidos, ya que cada actividad ya cuenta con el personal necesario y no se los puede reubicar en otro sitio.

La perspectiva que tiene la empresa es que si se emplea I.A. esto se compense con ahorro en los sueldos que eran destinados hacia los obreros y que se produzca un incremento de al menos un 50% en productividad y precisión.

La necesidad de apoyarse en la inteligencia artificial para el manejo de procesos surge a medida de que la empresa fue creciendo y este crecimiento se dio a pasos agigantados e identificando que no eran necesarios más obreros si no un sistema capaz de mejorar la productividad en esa área, agilizar los procesos y tener la única necesidad de detener el proceso solo cuando se necesite dar un mantenimiento preventivo o correctivo.

Además de conocer que en otros países ya se cuenta con esta tecnología lo cual ha generado una ventaja competitiva ante la competencia.

Las primeras impresiones del personal al introducir la inteligencia artificial al manejo de ciertos procesos son negativas.



*Gráfico estadístico 1: Cuadro estadístico que refleja los niveles de satisfacción de la empresa y obreros al introducir la inteligencia artificial.*

***Fuente:*** Resultados de la investigación.

Como se puede observar en la imagen en la empresa se produce una desmotivación total del personal por el hecho de que un robot manejado por un sistema Experto suplirá sus actividades y estánconscientes que no podrán ser reubicados si no que tendrán que dejar sus cargos; la política de la empresa es clara, se invierte en tecnología siempre y cuando se reduzca el personal y los gastos que implican los mismos.

Cerámicas Rialto actualmente maneja tres procesos importantes con el apoyo de sistemas expertos, uno de ellos es el proceso de clasificación de la cerámica según los parámetros de comparación que se le fue asignado, es decir clasifica automáticamente cerámica de primera, se segunda y de tercera calidad.

El siguiente proceso es la medición de la productividad, esto se logra con el empleo de inteligencia artificial que analiza la cantidad de material empleado, la cantidad de cerámica que se fabricó, y muchos otros parámetros que pueden ser objeto de medición y de gran ayuda para las personas de control de calidad.

Finalmente otro proceso importante es el ejecutado por un sistema experto que identifica las piezas de cerámicas de primera y de segunda calidad, la embala y apila en un número de 25 para que los obreros puedan transportarla hacia las bodegas.

La procedencia de estos sistemas es de España e Italia en donde se fabrica maquinaria de alta calidad y son pioneros en el trabajo con cerámica, es así que se garantiza que detrás de la inteligencia artificial aplicada a estos equipos esta un arduo trabajo de investigación y pruebas que la respalda.

La inversión que representa el contar con sistemas expertos es muy alta por lo que se deberá presentar un proyecto que escatime todos los aspectos que involucran la implementación de la inteligencia artificial en la empresa. Se deberán destacar aspectos técnicos, tecnológicos, legales y humanos, este proceso consta de dos partes la primera es la adquisición de los sistemas y la segunda el entrenamiento y calibración de los mismos.

Las empresas que asumen el riesgo de apostar sus esfuerzos por la inteligencia artificial en el 80% de los casos recuperan su inversión el otro 20% no tuvo un plan de control de riesgos y perdió la inversión o descarto usar la tecnología y volvió a los procesos manuales.

Una de las mayores ventajas alcanzadas con el uso de la I.A. en Cerámicas Rialto sin duda fue alcanzar el sello de calidad INEN en el manejo de sus procesos, para lograr este objetivo fue necesario contar con un laboratorio propio de control de calidad, el cual debe contar con patrones de comparación y método de evaluación. Luego de esto el organismo correspondiente verifica que cada proceso esté monitoreado y efectuado de forma correcta para poder ser una empresa reconocida por su calidad a nivel nacional.

La empresa es dependiente de ciertos factores tales como eléctricos, mecánicos, si una pieza mecánica falla se para la producción, mucho más con los sistemas expertos si sufren algún desperfecto ya sea de tipo electrónico o en los patrones recibidos en el entrenamiento. La dependencia de la I.A. es al 100% si algo falla simplemente se para el proceso, para solventar estos inconvenientes la fábrica cuenta con 3 cadenas de producción, las cuales efectúan la misma labor simultáneamente, si ocurre algún desperfecto en una cadena de producción esa se detiene y continúan trabajando las otras dos hasta que se dé una solución y pueda rehabilitarse el sistema.

#### **4.1.6 INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS TECNOLÓGICOS**

Los aspectos técnicos de la inteligencia artificial están muy avanzados, las primeras aplicaciones han demostrado que la I.A. proporciona grandes ventajas a la empresa. Para lograr esto fue necesario fueron necesarios varios factores como cubrir los costes, contar con el personal adecuado y la actitud de los empresarios.

La disponibilidad de soluciones favorables para la fabricación y el poder demostrar el potencial de estos sistemas son atractivos de esta ciencia que tiene una profunda influencia en la industria de la producción con materiales como la arcilla.

El uso de la inteligencia artificial era novedoso, en un principio se creía que era solo para emplearla en temas de investigación o solo por especialistas pero poco a poco se cambió este concepto, notablemente la implantación de I.A. en una empresa como Cerámicas Rialto fue una decisión arriesgada, resulta muy difícil invertir dinero, recursos y tiempo en una empresa en donde no se puede detener los procesos en cada área de producción.

#### **4.1.7 INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS SOCIALES**

Los sistemas expertos pueden emular el comportamiento inteligente y solo pueden imitar ciertas características superficiales de la inteligencia. Los sistemas pueden comprender un problema, aplicar respuestas en base a su aprendizaje y entrenamiento y dar una solución esto en casos específicos pero si se diera un inconveniente que no esté dentro del aprendizaje de los sistemas expertos este no podrá actuar y el proceso se detendrá.

Un humano por pura intuición tratara al menos de detener los equipos si se diera un error o un mal funcionamiento algo que no podrá hacer la inteligencia artificial ya que solo aprende lo que necesita y no para actuar en toda clase de circunstancia, la I.A. no puede dar soluciones a los problemas para los que los seres humanos no tiene respuesta.

Otra limitación es que los sistemas expertos actúan en condiciones de iluminación controlada, siempre y cuando no existan objetos dentro del rango de visión que poseen. Lo que los sistemas de I.A. pueden hacer de forma adecuada es aumentar el potencial de los obreros.

Desde el punto de vista de Cerámicas Rialto el efecto causado por el uso de la inteligencia artificial dentro de la empresa es negativo para los obreros, la visión que mantiene la gerencia es que una máquina produce mucho más que varios obreros trabajando al mismo tiempo, no se cansa, tiene mayor precisión y no necesita detenerse. Un trabajador cuando ingresa un sistema experto entra un proceso de desmotivación al ver que un programa hace mucho mejor su trabajo y que tal vez no podría igualarse a él.

#### **4.1.8 INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS AMBIENTALES**

En este estudio podemos destacar que los aspectos ambientales más determinantes son las emisiones de contaminantes al aire en el proceso de secado y de cocción, estos dependen del combustible que se emplea.

La inteligencia artificial no causa un impacto ambiental en ninguno de los casos ya que los sistemas expertos no generan ruido, no necesitan un consumo energético exagerado y no producen desechos tóxicos, su labor en la empresa es netamente productiva.

#### **4.1.9 INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ASPECTOS**

##### **LEGALES**

La influencia de la IA en la parte legal no tiene mayor relevancia puesto que estos sistemas vienen diseñados bajo estándares internacionales de producción y manufactura.

Su importación es legal y el uso de esta tecnología es fundamental para obtener un certificado de calidad en el manejo de procesos. Otro aspecto a considerar es que el uso de la inteligencia artificial genera una ventaja competitiva, esta debe ser llevada de forma correcta, teniendo en cuenta el lado humano y que el beneficio que esta genere sea común para todos los que conforman la organización.

#### **4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS**

En cerámicas Rialto se manejan 3 sistemas basados en inteligencia artificial, los cuales son indispensables para cumplir con los objetivos de la empresa. Las raíces de los sistemas expertos engloban muchas disciplinas, una de ellas es el área de procesamiento de la información en la mente humana.

Conocida como ciencia cognitiva, esto significa el estudio de la manera en que los humanos procesan la información y resuelven un problema, los sistemas expertos en este caso se basan en reglas de producción empleados en el manejo de cerámicas y porcelanato para lograr

automatizar de forma adecuada las operaciones que efectúa un obrero manualmente o con el apoyo de una máquina hidráulica.

#### **4.2.1 SISTEMAS EXPERTOS (S.E.) DE CERÁMICAS RIALTO**

La empresa de cerámica maneja los siguientes sistemas expertos.

##### **S.E. 1: SISTEMA EXPERTO DE IDENTIFICACIÓN DE CERÁMICA**

###### **REDLINE**



*Gráfico 3: Sistema experto DICO PLANAR.*

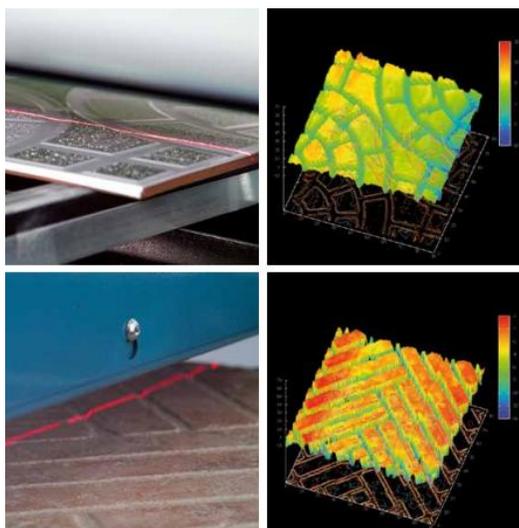
*Fuente: catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>*

El Planar es un instrumento para detectar los defectos de curvatura de los azulejos de cerámica en bruto o cocidos para todos los formatos, incluso aquellos que son irregulares como los hexagonales, octogonales y biselados.

La adquisición de los datos se realiza sin entrar en contacto con el material a través de sensores ópticos que miden los puntos de la superficie y memorizan una matriz de datos, desde la cual se calculan los parámetros del defecto, esto es inteligencia artificial. Los defectos calculados se comparan con los respectivos límites que configura el usuario para determinar la calidad del azulejo.

Este sistema experto se presenta como un instrumento avanzado para la medición y clasificación de los defectos de planaridad disponible en el mercado, su revolucionario sistema de lectura permite el análisis de toda la superficie de la cerámica. Es capaz de obtener todo el perfil del material cerámico sin entrar en contacto con el mismo.

El ojo electrónico que posee está representado por un sofisticado sistema de cámaras de video y generadores de línea laser que miden hasta la más pequeña deformación de la línea laser proyectada en la superficie de la cerámica, el sistema experto debe memorizar un matriz de cotas, a partir de la cual se calculan las medidas de planeidad.



*Gráfico 4: Barrido total de la superficie de la cerámica a través de una matriz de cotas obtenidas a un paso de 2mm.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>

## Características importantes de REDLINE

- Barrido total de la superficie de la cerámica a través de una matriz de cuotas obtenidas a un paso de 2mm.
- Lectura eficaz incluso cerca de las esquinas de la cerámica.
- Máxima reproducibilidad y fiabilidad en la medición.
- Gran tolerancia a la rotación de la cerámica.
- No necesita regulación manual, si no se basa en el entrenamiento que reciba por parte de los usuarios.
- Velocidad máxima de transporte 60 metros/minuto.
- Visualización en 3D del azulejo analizado.

## Interfaz hombre máquina



*Gráfico 5: Interfaz del sistema experto de detección de cerámica.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCerámics. <http://is.gd/zA69vb>

Los equipos para el control de calidad de System ofrecen el máximo de la modularidad e integrabilidad y puede aplicarse el uso del Copilot para la realización de la interfaz

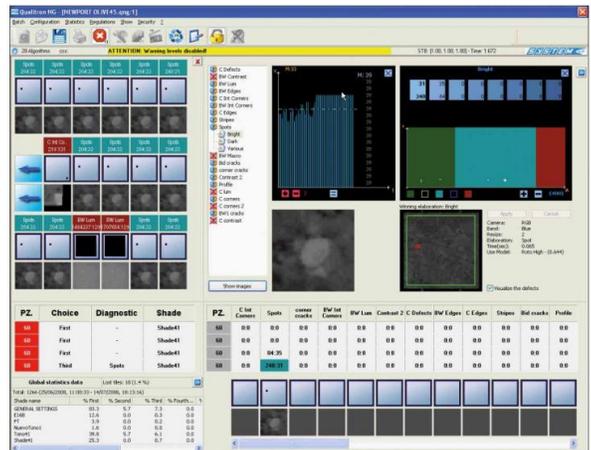
hombre – máquina. El Copilot es un pc industrial que tiene las siguientes características:

- Visualización en pantalla gráfica de 15” en color de 32 bits de los datos estadísticos, de los parámetros de clasificación de la cerámica y del perfil del material.
- La pantalla táctil del panel permite al usuario configurar los parámetros de clasificación de la cerámica y del perfil del material.
- Posibilidad de control de la producción, con cálculo de estadísticas globales y parciales de un número de piezas programable, y comparación con los umbrales de alarma correspondientes. Estas estadísticas también pueden mostrarse mediante gráficos, que muestran de manera más clara e inmediata cómo procede la producción.
- Gran disponibilidad de gráficos estadísticos y 3D.
- Posibilidad de descargar actualizaciones y archivos de configuración de la máquina a través de un dispositivo USB 2.0.
- El sistema se puede conectar en red CAN Bus o TCP/IP con unidad de supervisor.

## **S.E. 2: SISTEMA EXPERTO DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD**

### **Check Point**

Es un sistema experto que ayuda a medir la calidad en cada uno de los procesos efectuados en la producción de las piezas de cerámica. Fue creado con la finalidad de asociar cualquier punto de línea en su indicador para poder medirlo y controlarlo.



*Gráfico 6: Imagen que muestra el funcionamiento de la interfaz del sistema maestro de medición de la calidad en el proceso de producción.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>

El aprendizaje de este sistema estaba basado en estándares que maneja la empresa, el número de piezas de primera, el número de piezas de segunda y finalmente las piezas que no sirven y deben ser convertidas en materia prima nuevamente.

Se lo entrena en base a la experiencia conseguida por el jefe del área de producción y esto le permite:

- Intervenir de manera eficaz y rápida en las diferentes fases del proceso, donde se originan los defectos, para mejorar el nivel de calidad.
- Reducir los tiempos muertos, mejorando la productividad y la eficacia.
- Reutilizar el material desechado como materia prima.

**Las principales características que nos ofrece este sistema son:**

- Número de piezas de primera clase.

- Número de piezas de segunda clase.
- Número de piezas de tercera clase.
- Número de piezas con defectos visual.
- Número de piezas con defectos de tipo rajado.
- Número de piezas con desperfecto en prensa.
- Número de piezas con defecto de tipo hoyuelo.
- Número de piezas con defectos de grumo.
- Número de piezas con defectos de tercera visual.
- Total de entrada de material para la producción.
- Total de piezas entradas en línea.
- Número de pilas descargadas para ser horneadas.
- Estado de las máquinas.
- Errores encontrados.
- Número de veces que el sistema se detuvo por errores o cambios.
- Total del tiempo empleado en el proceso.
- Piezas revisadas por minuto.
- Medición de la producción sobre el 100%.

### **Filosofía del sistema experto**

#### **Personalización**

El sistema puede ser configurado y entrenado completamente, desde el punto de vista de hardware como del software, para llevar a cabo de la mejor manera posible la tarea asignada.

### **Flexibilidad y eficiencia en la identificación de defectos.**

El proceso de producción es cada vez más complejo y cada una de las fases intermedias introduce sus defectos típicos. Divide el proceso en fases elementales y supervisa la materia prima fase a fase, mejora la capacidad de identificación de los defectos donde estos se producen.

### **Facilidad de uso**

La interfaz es totalmente gráfica, y cuenta con un instrumento de auto calibrado permitiendo reducir al mínimo las operaciones.

### **Facilidad de instalación y mantenimiento**

CheckPoint no dispone de un transporte propio, a su vez puede ser montado en cualquier tipo de línea, presenta dimensiones reducidas y es muy fácil de limpiar. Se instala y puede ser entrenado en un tiempo muy corto, sin tener que hacer paradas de producción importantes.

### **Ventajas de CheckPoint**

- **Visualización rápida e intuitiva**

La interfaz muestra las fotografías de los defectos, además de estadísticas de problemas en la línea de producción y el porcentaje de niveles de calidad.

- **Archivo de defectos**

Para cada lote de producción se almacena fotografías de los defectos más habituales, estos archivos pueden ser visualizados en cualquiera parte del mundo

gracias a que este sistema experto está conectado a un protocolo TCP IP. Es una herramienta muy potente para lograr analizar las causas que provocan los defectos y para realizar una selección previa antes de la clasificación.

- **Reducción al mínimo de la intervención humana**

El software de gestión, derivado de los sistemas de control de calidad, se ha modificado para simplificar y agilizar los procesos de aprendizaje y calibración. Muchas fases se han automatizado para reducir al mínimo la intervención de los obreros tanto en la salida como en la producción.

### **Reportes que genera el sistema de medición de calidad**

Los reportes que generan los sistemas expertos son en formato PRN (Archivos planos desde salida a impresora) y PDF, esto con la finalidad de que el archivo plano PRN pueda ser abierto por el gerente/jefe de producción con paquetes de ofimática propietarios y gratuitos. Para lograr que puedan ser filtrado, dividido o categorizado según las necesidades que se presenten, estos reportes son personalizables y el tiempo de generación varía según la consulta que se realice a la base de datos, que no es más de 10 segundos y puede ser generado vía IP desde cualquier parte del mundo.

### S.E. 3: SISTEMA EXPERTO DE EMBALAJE Y APILAMIENTO

#### FALCOM MILLENNIUM



*Gráfico 7: Sistema experto de embalaje y apilamiento, en base a patrones de clasificación.*

*Fuente: catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>*

Con una nueva arquitectura electrónica, con un movimiento sobre 4 ejes, se presente este sistema experto como una evolución en el proceso de paletización con mayor facilidad, velocidad y precisión. Inclusive puede ser entrenada y programada para trabajar a altas velocidades.

Se compone de un robot en el carril de 4 ejes, una columna vertical, carro horizontal y rotación de la pinza. Gracias a estas características el sistema es capaz de recorrer al robot hacia trayectorias precisas y repetibles empleando menos tiempo.

La colocación de las cajas sobre las paletas esta optimizado para que funcione de forma automática sin necesidad de ser asistida. El sistema embala y apila la cerámica según el entrenamiento adquirido, que básicamente consiste en detectar cual es la cerámica de primera y la de segunda y efectuar el proceso una vez para cada tipo de cerámica. Por lo tanto la calibración del sistema debe tener un margen de error del 0%.



*Gráfico 8: Proceso de selección del tipo de cerámica para proceder a embalarla y apilarla mediante el robot de 4 ejes.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>

### **Características**

- **Nueva arquitectura inteligente**

Presenta una arquitectura electrónica e inteligente completamente nueva con control distribuido y conexiones en red, es una tecnología inédita para el sector de la cerámica, siendo este una nueva solución vanguardista en el mercado de los sistemas expertos.

- **Control automático de todas las funciones**

Todas las funciones controlan de forma interna, gracias al sistema de aprendizaje que esta posee, tiene conexiones en red, cada dispositivo trabaja en total autonomía pero al mismo tiempo se comunica con todos los demás mediante un bus de campo.

- **Movimiento dinámico en 4 ejes**

Controla 4 movimientos diferentes:

- Avance del robot a lo largo del carril.
- Desplazamiento de la columna vertical.
- Desplazamiento del carro horizontal.
- Rotación de la pinza.

La gestión combinada de estas funciones permite al paletizador trabajar con mayor eficacia y precisión inclusive a grandes velocidades.

- **Fácil integración con otros equipos**

Se puede comunicar vía Ethernet con otras máquinas y con ordenadores situados en oficinas o lugares distantes, de esta manera el paletizador puede suministrar y recibir información de posibles supervisores y dispositivos de recogida de datos.

- **Interfaz para operador con consola de pantalla táctil**

La consola de pantalla ayuda a acceder de forma simple e inmediata a todas las funciones del sistema, esta interfaz permite al S.E. ser operado manualmente si se produce una falla, ya sea en la calibración o parámetros aprendidos. Para ventaja estos sistemas almacenan su configuración en discos extraíbles, en el caso de producirse un error se vuelve a cargar la información y el sistema continuará operando de forma correcta, esto generalmente sucede cuando existen cortes intermitentes de luz eléctrica.



*Gráfico 9: Imagen donde se muestra el proceso de embalaje del producto final.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>



*Gráfico 10: Imagen del sistema experto en normal funcionamiento.*

**Fuente:** catálogos oficiales de SystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>

## **4.2.2 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA**

### **Línea de transporte de cajas**

Transportador de rodillos friccionados para acumular las cajas procedentes de la empaquetadora. Posee una barrera frontal con función de tope de candencia y un transportador de rodillos motorizado para dirigir las cajas al punto de toma.

### **Punto de recogida de cajas**

Provisto de un dispositivo para enderezar las cajas.

### **Robot**

Es un robot que funciona de forma autónoma, los ejes de movimiento están asistidos mediante servomotores tipo “brushless” que permiten altas velocidades operativas junto a una elevada precisión en la colocación, en la recogida y en el depósito de las cajas. El robot puede moverse a lo largo de los 4 ejes y dispone de un avanzado sistema que, gracias a partículas funciones de filtro y de optimización, facilita la tarea del sistema en la composición de las formaciones.

### **Pinza de toma**

Tiene un punto de recogida fija en la plataforma provista de un enderezador de cajas, se puede regular en cuatro posiciones distintas y puede recoger o depositar también dos paquetes de manera independiente cada uno.

## Interfaz

Se puede acceder de forma sencilla a la información gracias a las funciones de red que posee, se tiene acceso a imprimir reportes estadísticos, datos de producción e indicaciones sobre la disposición de las cajas en tiempo real.

### 4.3 ALIMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS DE CERÁMICAS RIALTO

En la empresa de producción de cerámica los sistemas expertos son alimentados de información de varias maneras, según la función que desempeñan y las salidas que son óptimas para su correcto desempeño.

#### Basada en patrones de comparación

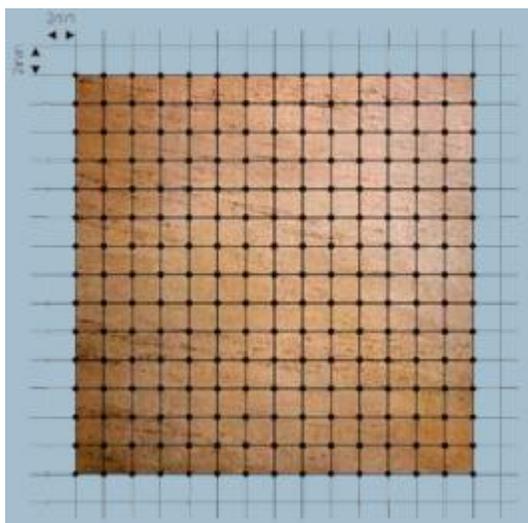


Gráfico 11: patrón de comparación óptima de un sistema experto de medición de calidad.

Fuente: catálogo online del Sistema Planar de SystemCeramics. <http://is.gd/3jZt0T>

En la alimentación de los sistemas expertos en base a patrones de comparación, se toma una pieza de cerámica que se denomina: óptimo, en base al mismo, se pasa por cada uno de los lentos ópticos en 3D para que el sistema interprete los rasgos que se consideran como calidad A, es decir perfectos y los almacene.

De igual manera se detalla en una nueva pieza de cerámica los rasgos que clasificaran a los revestimientos de pared o piso como categoría B, los aspectos que las ubican en esta categoría pero que pueden ser comercializados son:

- Variación de 2mm en la simetría de la pieza de cerámica.
- Rayones casi imperceptibles.
- Variación de colores sobre la pieza esmaltada.

Para categorizar una pieza de cerámica como categoría C, el sistema experto analiza que no existan coincidencias como los patrones que representa a la categoría A y B o que los defectos sean de mayor tamaño, que con los que fue entrenado para descartarla como materia prima debido a que no cumple con los estándares de calidad que se emplean en el entrenamiento.

### **Juicio de un experto**

SYSTEM CERAMIC es el proveedor de equipos basados en inteligencia artificial para Cerámicas Rialto, envían a un experto Italiano el cual es el encargado de entrenar a estos sistemas expertos y capacitar al gerente de producción para que esté en la capacidad de dar soporte o dar nuevo conocimiento (entradas) al sistema. Toda la información que reciba la almacena en diferentes medios que se detallaran más adelante. El entrenamiento toma alrededor de 6 meses para lograr las salidas adecuadas para cada uno de los 3 sistemas

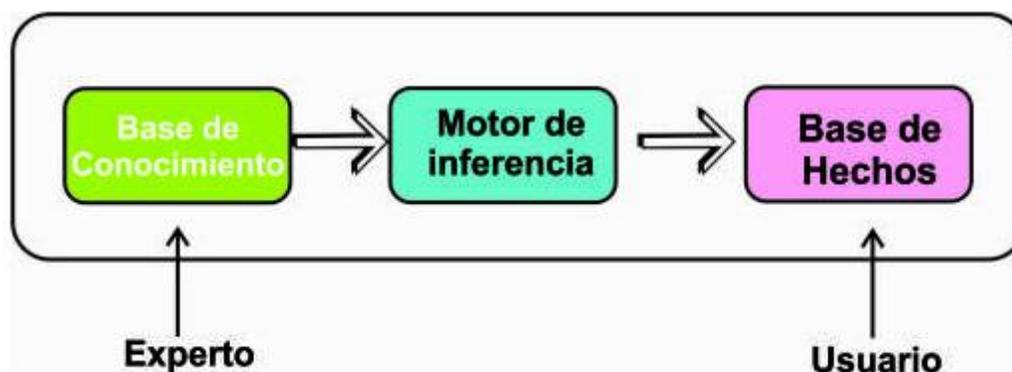
expertos que maneja la empresa. El experto deberá conocer cómo funciona cada línea de producción para lograr entrenar correctamente a los sistemas y sobre todo que la automatización represente calidad en el producto final.

#### **4.4 ¿CÓMO ALMACENAN EL ENTRENAMIENTO LOS SISTEMAS EXPERTOS?**

Los sistemas expertos almacén su conocimiento en redes neuronales, estas redes deben ser representadas como tablas en bases de datos o chips de memoria sobre mainboards.

Los sistemas expertos con los que cuenta Cerámicas Rialto almacenan el entrenamiento adquirido en tablas de una base de datos que inicialmente fue MYSQL pero con la compra de las acciones por parte de ORACLE, se cambió la arquitectura hacia SQL SERVER EXPRESS 2005, que permite almacenar hasta 4GB de información, si el sistema es muy complejo será necesario adquirir una licencia estándar de SQL SERVER.

Para guardar en la base de datos la información que es necesaria para el desempeño óptimo de los sistemas expertos se debe aplicar un filtro, ordenamiento y clasificación de los datos. Lo ideal es la entrevista con el personal que labora en el área a automatizar, de esta forma el experto y el obrero interactúan generando una calidad de conocimientos. Finalizado este proceso almacenara lo obtenido en la base de datos en forma de acción frente a los eventos que se van a presentar.



*Gráfico 12: Estructura de un sistema experto.*

*Fuente: Blog: Arquitectura de los Sistemas Expertos. <http://is.gd/TvunpR>*

### **Base de conocimiento**

Toda la información contenido en la base de datos, la cual fue ingresada por el experto. Es básicamente el dominio del sistema experto facilitando su acceso.

### **Motor de inferencia**

Este motor funciona de la mano de la base del conocimiento, en la que se obtiene conclusiones a partir del conocimiento. Esto le permite generar actualizar, mantener o desechar conocimiento y la resolución de problemas.

### **Base de hechos**

Contiene los hechos iniciales, y los que se van obteniendo en el proceso de inferencia. Esto se logra por las consultas que realiza el sistema experto. La función es emparejar información con la información contenida en la base de conocimientos.

#### 4.5 REGLAS DE INFERENCIA

Son aquellas encargadas de interpretar, seleccionar y aplicar el conocimiento que se encuentra almacenado en la base de datos (base del conocimiento). Funciona como una unidad lógica con la que se seleccionan conclusiones desde la base de datos, esto es la clara imitación del pensamiento humano en el proceso de solucionar un problema. Las reglas de inferencia pueden ser ordenadas, no ordenadas. Los sistemas expertos de Cerámicas Rialto manejan reglas ordenadas de tipo probabilístico, aproximando y modus ponendo ponens (PP).

##### MODUS PONENDO PONENS (PP)

$p \rightarrow q$  “Si la cerámica esta rajada” (premisa)

$p$  “Rajadura en la cerámica” (premisa)

---

$q$  “la cerámica no sirve = clase C” (conclusión)

**4.6 MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DEL USO DE I.A. EN EMPRESAS DE PRODUCCIÓN.**

# **Manual de uso de la IA en las empresas de producción.**

**Universidad Tecnológica Israel**

**Fabián P. Bermeo Pérez**

#### **4.6.1 INTRODUCCIÓN**

El mundo de la inteligencia artificial crece a pasos agigantados, hoy en día está presente en múltiples ramas como la medicina, la ciencia y en nuestro caso particular como apoyo en los procesos de producción de las empresas, esto ha ayudado a la obtención de sellos de calidad, reconocimientos y prestigio a nivel nacional e internacional.

Es por ello que en este manual se describe una colección de buenas prácticas del uso de la I.A. en los procesos de producción, con la finalidad de que los gerentes de las empresas puedan evaluar el camino viable y tomar decisiones en cuanto a esta temática se refiere. Toda la información encontrada en este documento ha sido resultado de una ardua investigación y de testimonios recogidos de los gerentes de producción y control de calidad de fábricas cuencanas, las cuales cuentan con sellos INEN a la excelencia en manejo de procesos apoyados en tecnología.

#### **4.6.2 OBJETIVO**

Este manual tiene por objeto proporcionar a los gerentes de las empresas dedicadas a producción una guía de buenas prácticas relacionadas con la inteligencia artificial, la cual se convertirá en una parte fundamental e indispensable, si se quiere automatizar uno o varios procesos, con la finalidad de generar una ventaja competitiva ante la competencia.

#### **4.6.3 EXPLICACIÓN GENERAL**

Los procesos de producción son actividades que se relacionan de forma dinámica con la finalidad de transformar la materia prima en un producto capaz de ser medido y clasificado. Estos insumos serán destinados a la comercialización en el mercado y su calidad será la ventaja competitiva que el mismo tenga ante productos similares de la competencia.

La inteligencia artificial está basada en la simulación de la mente humana, es una rama de la ciencia encargada del estudio de la inteligencia, de la forma en que razonamos y damos solución ante un problema los seres humanos. Se trata de la creación de sistemas que funcionen de forma autónoma, esto se ha logrado gracias mecanismos de aprendizaje que son conocidos como redes neuronales. Estas redes permiten a los sistemas aprender a dar solución en base a patrones de comparación e información que van adquiriendo en el proceso de entrenamiento por un experto.

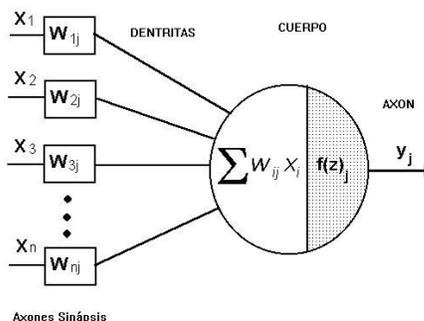


Gráfico 13: Imagen de una red neuronal artificial.

**Fuente:** Blog Sistemas basados en agentes. <http://is.gd/NbBfeS>

#### 4.6.4 ¿POR QUÉ INVERTIR EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

Uno de los aspectos más importantes que debe abordar el gerente de una empresa es: cuál es el beneficio de introducir sistemas expertos para el apoyo en el manejo de procesos dentro de la organización. Se ha debido analizar varias referencias estadísticas para determinar con cifras que solo existe un 20% de empresas de producción a nivel mundial que apostaron por la tecnología y hoy son líderes mundiales en materias de producción, el otro 80% son empresas

que aún mantienen procesos manuales, fracasaron en el proceso de migración hacia la inteligencia artificial o tienen una inversión del 0% en tecnología.

Ante este análisis, es normal que se tenga miedo y desconfianza en efectuar inversión ya que no es un resultado alentador lo descrito anteriormente. Aunque haya razones estratégicas, siempre deberán existir razones sustentables que logren justificar la inversión en tecnología.

La persona que compra tecnología e innovación, tiene que pasar por un proceso que no siempre será de satisfacción, muchas veces resultará nocivo para la organización.

Está claro que una empresa no podrá convertirse en una industria de clase mundial independientemente de su trabajo o segmento de mercado al que este dirigido, si sus procesos no son automáticos, ágiles y medibles. En la actualidad el registro de procesos no se puede hacer de forma manual, la tecnología se vuelve imprescindible.

#### **4.6.5 BENEFICIOS DE INVERTIR EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

- **La eficiencia**

Un sistema experto basado en inteligencia artificial es capaz de manejar grandes volúmenes de información, actuar con la misma eficiencia todo el día y no sentir fatiga, lo que necesita básicamente es un correcto entrenamiento, fuente de alimentación de energía estable y un mantenimiento preventivo correctivo de los equipos que se encuentran asociados al sistema experto.

La eficiencia en estos sistemas puede superar muchas veces el juicio de un experto, un ordenador puede procesar millones de datos en segundos y actuar en segundos. Una

máquina no puede aún superar el juicio de un profesional pero si ser de ayuda en tareas repetitivas o que mantienen un orden definido para la producción.

- **La innovación**

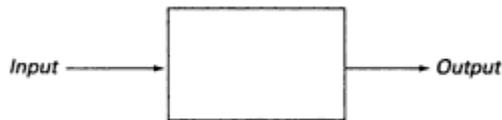
Es sinónimo de competitividad, ya que solo aquella empresa que logre manejar de forma correcta los sistemas inteligentes y que pueda entrenarlos de tal manera, que estos funcionen de forma autónoma, podrá competir en el mercado y aprovechar de la velocidad de procesamiento para incrementar la producción.

Es sin duda la parte más complicada para la gerencia el de encontrar un impacto tangible; existen dos caminos que se pueden abordar el más fácil y menos recomendable, el de desistir y volver a los procesos tal cual se manejaban anteriormente y el camino que todos los gerentes deben tomar, el de involucrar a todas las personas que trabajan en la empresa para que con su apoyo se logren cumplir las metas y actividades designadas en la implantación de sistemas expertos.

El gerente de la empresa tiene como obligación y basándose en su experiencia y habilidades, el de encaminar de forma correcta a la organización hacia la implantación de la inteligencia artificial. Se tiene que pasar por un proceso riguroso para que se puedan aprobar y ejecutar los procesos de adopción de la tecnología. La empresa no debe escatimar recursos analizando y desarrollando un proyecto que refleje el estudio de factibilidad y los beneficios que conlleva a la adopción de sistemas expertos.

#### 4.6.6 MODELO Y SIMULACIÓN

Un modelo es una abstracción o representación formal de un sistema o proceso, esto lo convierte en una referencia del mismo permitiendo a la gerencia comprender e interactuar con la realidad, aunque de una forma simplificada y exenta de la complejidad y riesgos potenciales del mundo real.



*Gráfico 14: Imagen que representa un modelo, entradas y salidas de un proceso.*

**Fuente:** *googleEbook, Simulación, vida artificial e inteligencia artificial. <http://is.gd/2vSUS4>*

El modelo se usa para responder a la pregunta ¿Qué pasara si?, este experimento establece un estado inicial del sistema y predice su estado futuro si efectivamente el modelo se comporta de acuerdo con el sistema modelado. Este experimento concluye una vez que el modelo alcanza el estado futuro del sistema. Este tipo de pronóstico es el que debe abordar el gerente al cambiar un proceso manual por un automático y autónomo.

#### **Simulación**

La simulación es muy importante en el proceso de toma de decisiones, ya que ayuda a predecir el estado futuro de un proceso haciendo uso para tal fin, de un modelo computacional del sistema real. El modelo computacional es la etapa principal hacia la inteligencia artificial, es la implementación en una máquina como un ordenador o un robot.

#### 4.6.7 IMPLEMENTACIÓN

Debe entenderse este término, como la traducción del modelo evaluado a un programa de ordenador. Este programa será el encargado de coordinar todas las actividades que efectuaba el proceso manual así como la comunicación con todos los dispositivos ligados al sistema experto.

#### 4.6.8 VALIDACIÓN

Tiene por finalidad establecer si el modelo representa y en qué grado de fidelidad al sistema real. Es muy frecuente y se necesitan hacer varios experimentos de simulación analizando los resultados o salidas del modelo.

#### 4.6.9 CALIBRACIÓN

Son los ajustes se efectúan por medio de un juicio de uno o varios expertos en materia de manejo de procesos, así como el entrenamiento de la red neuronal deberá realizarse en base a los patrones de comparación y calidad que posee la empresa.

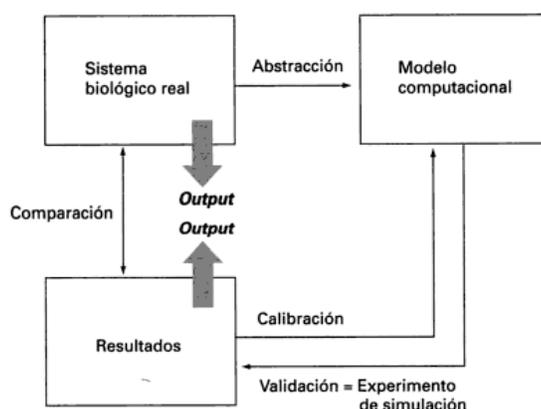


Gráfico 15: Imagen que describe un proceso real convertido a un modelo computacional.

**Fuente:** googleEbook, Simulación, vida artificial e inteligencia artificial. <http://is.gd/2vSUS4>

#### **4.6.10 VISIÓN DE USAR INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

La inteligencia artificial nace con la finalidad de simular el pensamiento de un ser humano, con este fundamento la I.A. busca formar parte del manejo de procesos dentro de una empresa como una herramienta eficaz y precisa, la cual busca agilizar las actividades para que la organización aumente su productividad y crear una ventaja competitiva frente a otras empresas similares en el mercado.

La visión del uso de sistemas expertos no se fundamenta en suplir las actividades de un obrero, si no de ser una herramienta de ayuda en su desenvolvimiento laboral, pese a esto los gerentes están obviando el lado humano y planifican procesos de inversión en tecnología cuando en el plan del proyecto consta el dejar de lado a uno o varios obreros.

Otra visión de la inteligencia artificial es generar un incremento en la producción dentro de la empresa que luego de evaluar el riesgo y los beneficios, aposto por implantar sistemas expertos en diferentes áreas de la organización.

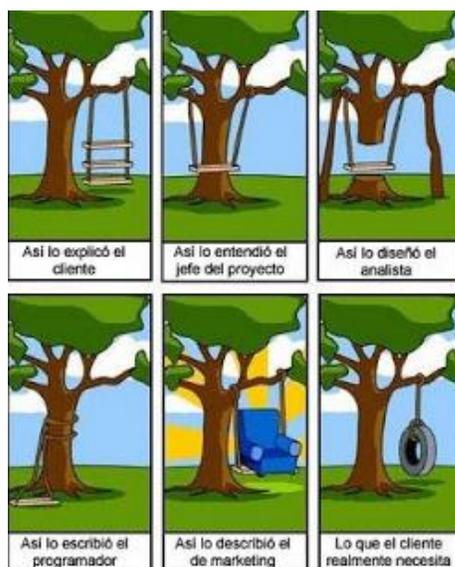
#### **4.6.11 PROYECTO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Una buena práctica de la gerencia es trabajar en un proyecto que englobe las siguientes características:

- **Identificación de necesidades**

El gerente deberá designar un grupo de trabajo conformado por el jefe del área donde se busca implementar el sistema experto y personal de sistemas, el cual tendrá la

responsabilidad de analizar cuáles son los defectos y problemas más comunes en esa zona de producción. Esta etapa es una de las más importantes, de ella dependerá el éxito del proyecto.



*Gráfico 16: Imagen que describe la importancia de un correcto análisis de las necesidades.*

*Fuente: Blog Vida de computistas. <http://is.gd/ceJwDz>*

- **Interacción con el personal para conocer a fondo todo el procedimiento**

En este proceso el grupo de trabajo efectuara entrevistas, cuestionarios, para conocer más de cerca este procedimiento, la información obtenida deberá ser tabulada y organizada con la finalidad de identificar cuáles son los requisitos principales y los que no tienen mayor relevancia pero que forman parte del proceso.

El gerente no necesita información técnica, lo que el necesita es información clara en la cual pueda trabajar y tomar decisiones.

- **Resultados de la investigación previa**

Los resultados de la investigación ayudan al equipo a identificar claramente cuáles son las zonas que necesitan mayor atención, que tipo de tecnología puede ser útil, si es o no factible el proyecto de migración hacia la inteligencia artificial.

- **Planteamiento de la solución**

En el planteamiento de la solución inicia la fase técnica del proyecto en donde se evalúa el tiempo empleado para el proceso frente al tiempo que se busca lograr con un sistema experto, si el mismo cubre con todas exigencias que demanda esta actividad y sobre todo si existe en el mercado una solución acorde a estas necesidades o que pueda ser acoplada a las nuestras.

Se deberán plantear por lo menos 3 soluciones para luego en una reunión con la gerencia analizar cuál de estas es la más viable y conveniente.

- **Listar empresas proveedoras y los beneficios que ofrecen cada una de ellas**

En esta etapa el equipo deberá buscar a los proveedores que tengan la tecnología acorde a nuestras necesidades, que se puedan acoplar o a su vez construirla en base a nuestras especificaciones, en el campo de la producción las empresas pioneras en construir maquinaria basada en sistemas expertos para la industria, están en Italia y España.

Se debe contactar a estas empresas y crear un cuadro comparativo de precios, de beneficios como garantía, soporte y el prestigio que estas manejan en el mercado.

- **Estimación de costes**

Otra etapa muy importante, la estimación de costos en donde se debe detallar la inversión que se va realizar en este proceso; como por ejemplo el costo de la importación de la maquinaria y los sistemas expertos, los materiales que se necesitan, y gastos varios para que se pueda generar el flujo de efectivo o según se especifique los pagos con el proveedor.

- **Estimación de tiempo de implementación y entrenamiento de los sistemas**

En esta etapa se deberá estimar de forma correcta el tiempo que tomara el proceso de montaje de equipos y de pruebas, así como el entrenamiento del sistema maestro por un experto, el cual nos provee la empresa que nos vende la solución basada en inteligencia artificial o en su defecto una persona capacitada en el manejo de sistemas inteligentes basados en I.A.

- **Plan de contingencia**

El plan de contingencia es la parte fundamental de este proyecto, en donde debemos hacernos la pregunta ¿Qué pasaría si? Y esa interrogante debe tener múltiples respuestas, aplicadas a los problemas que se pueden presentar en este proceso.

Sobre todo el plan de contingencia, debe presentar alternativas que se pueden tomar si la inversión no cumple con los objetivos planteados o se presentan contratiempos que no estaban detallados en el ante proyecto.

- **Análisis costo beneficio**

Es el TIR y el VAN son un mecanismo de análisis de la rentabilidad del proyecto que se va ejecutar, especialmente cuando se tiene que invertir un capital considerable con el cual se busca obtener rentabilidad a largo plazo. Por otra parte se busca recuperar la inversión o que la misma se refleje en productividad y estabilidad para la empresa. Se pueden usar otros mecanismos de análisis costo beneficio siempre y cuando sean medibles y de fácil comprensión para la gerencia.

#### **4.6.12 PROVEEDORES EN EL MERCADO**

Hoy en día las empresas dedicadas al trabajo con cerámicas buscan tecnología de punta, la cual les ayude en el manejo de sus procesos y genere un beneficio tanto para la empresa como para la carga de trabajo para los obreros. Lo que necesita el gerente es contar con soluciones que no sean simplemente mecánicas si no, capaces de aprender procesos y ejecutarlos de forma autónoma.

Las empresas pioneras en crear sistemas expertos basados en inteligencia artificial están ubicadas en Italia y España.

## SystemsCeramics



*Gráfico 17: Vista frontal de la empresa SystemCeramics.*

**Fuente:** *Página oficial de SsystemCeramics. <http://is.gd/zA69vb>*

Esta empresa forma parte del grupo System, una cadena de producción de herramientas de fabricación y trabajo con cerámica en diferentes medidas y espesores. Provee soluciones inteligentes que van desde el área de materia prima hasta finalizar con la serigrafía sobre la pieza de cerámica. Nació en 1969 y ganó mercado con la máquina serigráfica llamada PRAKTISE que funcionaba en base a un accionar neumático, algo que para la época era de gran ayuda.

## EQUIPCERAMIC



*Gráfico 18: Vista frontal de la empresa EQUIPCERAMIC.*

***Fuente:*** *Página Oficial de EQUIPCERAMIC. <http://is.gd/IAqyBm>*

Con una trayectoria de 14 años en el mercado, esta empresa Española ofrece soluciones inteligentes para la industria de la cerámica. Nació con el espíritu de superación al servicio de la industria, integrando una mejora continua en los equipos por la avanzada tecnología y logros conseguidos en los aspectos productivos que demandan las empresas productoras de cerámica. Cuenta con un equipo humano de calidad, constituido por especialistas en áreas como mecanismos inteligentes, robótica, automatismos, electrónica y electricidad.

## FERRARI & CIGARINI



*Gráfico 19: Vista frontal de la empresa FERRARI & CIGARINI.*

*Fuente: Página oficial de FERRARI & CIGARINI. <http://is.gd/Xfyf4j>*

Esta empresa cuenta con una trayectoria que inició en el año de 1969, especializándose en el diseño y fabricación de máquinas y equipos que emplean inteligencia artificial, destinados a la industria cerámica. Hoy en día cuenta con una gama amplia de opciones para las automatizaciones industriales. El éxito de esta empresa se debe a que todos sus colaboradores la han respaldado a lo largo del tiempo permitiéndole consolidarse en el mercado Italiano.

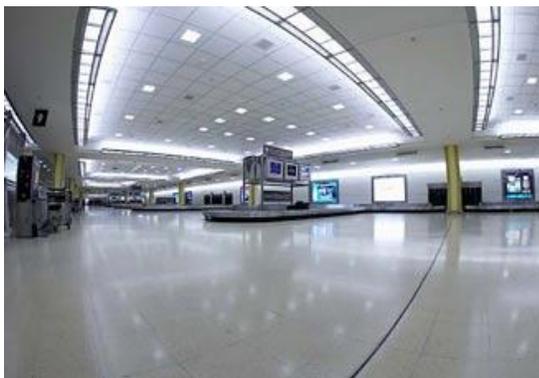
### **4.6.13 INSTALACIONES ADECUADAS**

Para tener éxito en la producción asistida con sistemas inteligentes no es suficiente solo la inversión en la tecnología en sí, se deben considerar muchos aspectos que se describen a continuación.

- **Iluminación**

Los sistemas expertos se basan en periféricos de entrada, que pueden asociarse a equipos como cámaras, sensores de movimiento entre otros, que necesitan un ángulo

de visión y claridad constante. Se puede describir a muchos sistemas expertos como ciegos, ya que si se pone algún obstáculo en su campo de visión o no existe la suficiente iluminación no pueden trabajar. Por lo tanto en la empresa se debe trabajar con luz artificial permanentemente.



*Gráfico 20: Imagen que representa una correcta iluminación dentro de la empresa.*

*Fuente: IDEA Iluminación. <http://is.gd/mMNt0I>*

- **Fuente constante de electricidad**

Los sistemas expertos funcionan 100% dependientes de una fuente de energía, se debe prever cualquier riesgo que se pueda presentar y contar con equipos como UPS o tener un generador propio, el cual aunque no permita continuar trabajando, si permita apagar de forma correcta los equipos.



*Gráfico 21: Equipo UPS TRIPPLITE de 16 KVA online.*

*Fuente: portal NEUTRONSA. <http://is.gd/IMLYu0>*

- **Infraestructura de trabajo**

Los equipos que conforman el sistema experto al funcionar con electricidad son muy vulnerables a sufrir daños si no trabajan bajo una infraestructura adecuada de producción, esto significa que la maquinaria debe estar en una zona donde no exista filtraciones de agua, goteras, temperaturas sobre los 20 grados ya sea de origen natural o producido por los equipos que están a su alrededor como hornos o prensadoras.

Estos son aspectos muy importantes que garantizan la vida útil de los sistemas expertos y sus componentes electrónicos.



*Gráfico 22: Nave de trabajo de una empresa de producción.*

**Fuente:** INVEC Corporación de inversiones. <http://is.gd/bv0g0r>

#### **4.6.14 ENTRENAMIENTO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS**

Los sistemas expertos están compuestos de redes neuronales cuya finalidad es el de reproducirse para asimilar el cerebro humano. Al formar una red la información se transmite de una red neuronal a otra.



*Gráfico 23: Imagen de expertos entrenando a sistemas inteligentes basados en IA.*

**Fuente:** Página oficial de MAESTRANZA DIESEL. <http://is.gd/cANv8r>

Los sistemas expertos se entrenan con la finalidad de lograr la salida deseada por el experto, para comprender ese enunciado se debe tener en cuenta que el juicio de un experto se basa en su experiencia y sobre todo en sus conocimientos, este a su vez ingresa la información en el sistema y le plantea los posibles problemas que se pueden originar, cuando el sistema empieza a dar asumir de forma autónoma las respuesta correctas o más cercanas el experto hará las pruebas correspondientes y determinará si está listo para entrar en producción. Los medios más comunes de entrenamiento son: los basados en simulación y en patrones de comparación.

#### **4.6.15 RECOMENDACIONES DEL MANUAL**

- No todo lo actual es lo mejor para la empresa, antes de adquirir tecnología debemos evaluar y comprar sistemas que cumplan con las necesidades que se presentan día a día.
- La inteligencia artificial no se creó con el fin de suplir las actividades de los obreros si no, ser parte del proceso de producción y ayudarlos a desarrollar de mejor manera sus tareas. El verdadero valor de una empresa está en el trabajo y dedicación de sus trabajadores, no de las máquinas.
- Antes de invertir en tecnología efectuar un proyecto de factibilidad, si este cumple con el 80% de las expectativas de la gerencia y del comité de empresa, efectuarlo pero siempre con el respaldo de un plan de contingencia, de esa forma se asegura la inversión y se cuenta con una medio viable en caso de fracasar.

#### **4.6.16 SUGERENCIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO SOCIAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

La visión de los gerentes de las empresas de producción de la ciudad de Cuenca, es que si se invierte en tecnología se debe suprimir a los obreros que trabajan en el área que va ser objeto de automatización. A continuación detallamos algunas sugerencias para reducir el impacto generado por el uso de inteligencia artificial.

- Usar al personal que labora en el área a automatizar para entrenar a los sistemas expertos y que estos trabajen apoyados unos a otros logrando así, la no exclusión de los obreros de su lugar de trabajo.
- Capacitar al personal para que pueda formar parte del proceso de migración hacia la inteligencia artificial, estableciendo tareas en donde no se dependa solo de la máquina si no del intelecto de los obreros.
- Equilibrar las decisiones tomadas por los sistemas expertos con las decisiones que tomen los obreros para garantizar un doble juicio sobre las tareas que se efectúan en el área automatizada.

- Integrar al personal para que sea el encargado de medir el rendimiento de los sistemas expertos, generar sugerencias y cambiar la mentalidad de los gerentes, ya que el potencial de la empresa está en sus obreros no en los sistemas de ordenadores.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

La inteligencia artificial es una herramienta muy poderosa en la industria ya que puede realizar procesos de forma independiente, con menor tiempo y de alta calidad.

Los sistemas expertos fusionan el concepto de desarrollo embebido es decir, unir hardware y software logrando que estos trabajen de forma autónoma. Generalmente manejan equipos hidráulicos los cuales permiten levantar pesos considerables o mover piezas de un lugar a otro a máxima velocidad sobre rieles o sus propios ejes.

El proceso de migración hacia la inteligencia artificial no es fácil, se deben presentar garantías y un proyecto que contenga un completo estudio de las áreas a automatizar, si existen soluciones en el mercado para tal efecto, los beneficios para la empresa, el estudio de factibilidad y el plan de contingencia.

Hablamos de un plan de contingencia cuando queremos implementar sistemas expertos debido a que la inversión en esta área es considerable, se debe contar con un plan presupuestario y cubrir todas las garantías que exige este proceso. El plan de contingencia reflejar en su contenido respuestas a las interrogantes: ¿qué pasaría si? y ¿Cuáles son las alternativas ante estos inconvenientes?

## 5.2 RECOMENDACIONES

- El uso de la inteligencia artificial debe ser considerado positivo por los obreros y los gerentes de las empresas de producción y no un riesgo que afecte a los trabajadores.
- Contar con las instalaciones adecuadas para poder montar los equipos que conforman los sistemas expertos, evitando altas temperaturas o humedad permanente.
- Capacitar al personal de mantenimiento para que esté en la capacidad de dar soporte preventivo, correctivo de los equipos hidráulicos por lo menos 1 vez por año.
- Guardar en medios extraíbles el entrenamiento que se da a los sistemas expertos por los profesionales peritos en la materia de inteligencia artificial, para que en caso de que se desconfiguren volver a cargar la información y no detener el proceso de producción, el cual implicaría una pérdida para la empresa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Castillo, Enrique y Gutiérrez, Manuel (2002). Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas. España: Universidad de Cantabria.

B. Rauch, Wendy (2000). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. España: MonoComp S.A.

Lahoz Beltrá, Rafael (2004). BIOINFORMÁTICA simulación, vida artificial e inteligencia artificial. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

¿Por qué invertir en tecnología?

(<http://www.topmanagement.com.mx/modules.php?management=%BFPOR+QU%C9+INVE+RTIR+EN+TECNOLOG%CDA?&name=Noticias&file=show&clave=53786>)

Prias, Omar. Ahorro de energía en la industria de la cerámica. Universidad Autónoma de Occidente. Revisado el 27 de octubre del 2012 desde internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/ceramica.pdf>

Sierra, Enrique, Hossian, Alejandro, García, Ramón y Marino, Pablo (2005). Sistema experto para control inteligente de las variables ambientales de un edificio energéticamente eficiente. Revisado el 27 de octubre del 2012 desde internet: <http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Articulos%20de%20Automatismos/Control%20Inteligente.pdf>

Salas, Rodrigo. Redes Neuronales Artificiales. Universidad de Valparaíso. Revisado el 26 de octubre del 2012 desde internet: <http://is.gd/GmIOqc>

Milla, Luis. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Revisado el 25 de octubre del 2012 desde internet:

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/publicaciones/quipukamayoc/2004/segundo/a11.pdf>

**ANEXOS****ANEXO 1****UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL****AUTORIZACIÓN DE EMPASTADO**

Quito Diciembre 04, 2012

OFI-002-AE-UP-12

Señor  
FABIÁN PATRICIO BERMEO PÉREZ  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE SISTEMAS**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

Presente.-

De mi consideración:

Una vez revisadas las modificaciones de los informes emitidos, autorizamos al estudiante FABIÁN PATRICIO BERMEO PÉREZ, alumno de la CARRERA DE SISTEMAS, proceda con la impresión y presentación del empastado para el tema de tesis ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE INSUMOS PARA EL HOGAR EN LAS EMPRESAS DE LA CIUDAD DE CUENCA, para que siga con el proceso de graduación y defensa respectiva.

Cordialmente,

Ing. ....

**TUTOR****Msc. René Cortijo****MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

*CC. Secretaría Académica*  
*Archivo Unidad Especial de culminación de estudios y Titulación*  
*/mp*

## ANEXO 2

### Modelo de encuesta

#### Universidad tecnológica Israel



#### Encuesta – Inteligencia artificial en la producción de cerámica.

1. ¿Cuándo surgió la necesidad de apoyarse en la inteligencia artificial para el manejo de procesos en la empresa?
2. ¿Cuáles fueron las primeras impresiones que se dieron al introducir a la empresa al uso de la tecnología?
3. ¿Alrededor de cuantos procesos se llevan a cabo mediante el uso de sistemas expertos?
4. ¿Qué tiempo fue necesario para lograr implementar los sistemas expertos en la organización?
5. ¿los sistemas expertos implementados son de procedencia nacional o extranjera?
6. ¿desde su punto de vista fue una inversión de tipo baja, media, o alta?

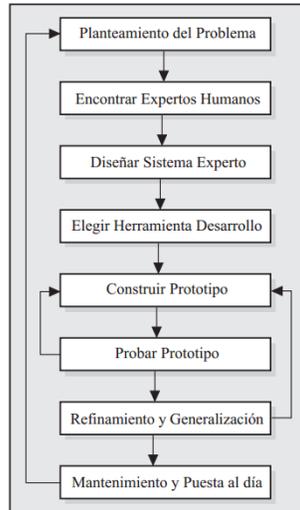
7. ¿En qué porcentaje ayudó la tecnología para obtener la norma de calidad INEN en el manejo de procesos en la empresa?
8. ¿la inversión ha sido recuperada o reflejada de forma positiva en la empresa? Si es así cuál es su punto de vista.
9. ¿El uso de la tecnología ha ocasionado la perdida de personal, o que acciones se tomaron para motivar al personal para trabajar en conjunto con los sistemas expertos?
10. ¿En porcentaje cual fue el grado de aceptación de los empleados cuando se introdujo la inteligencia artificial en la empresa?
11. ¿Cuál es el porcentaje de trabajo que llevan a cabo los sistemas expertos frente al trabajo que hacen los obreros?
12. ¿Cuál ha sido el incremento reflejado tras el uso de la inteligencia artificial en su empresa específicamente en producción?
13. ¿Surgió algún inconveniente en la implementación de sistemas expertos y como se los mitigó?
14. ¿Cómo califica el mantenimiento de estos sistemas, costoso, razonable o bajo, o a su vez la empresa cuenta con el personal capacitado para efectuar esta labor?

15. ¿Cuál es el nivel de dependencia que tiene la empresa con la inteligencia artificial?
16. ¿la tecnología empleada ha cumplido con las expectativas del comité de empresa y de usted como gerente?

Breve charla para conocer un poco sobre los datos técnicos de los sistemas implementados.

## ANEXO 3

### Desarrollo de un sistema experto



*Gráfico 24: Etapas en el desarrollo de un sistema experto.*

*Fuente: Ensayo de Enrique Castillo, Tema: Sistemas Expertos y modelos de redes probabilísticas. <http://is.gd/s8utaW>*

#### **Planteamiento del problema.**

La primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un sistema experto es responder a preguntas y resolver problemas, esta etapa es quizás la más importante en el desarrollo de un sistema experto. Si el sistema está mal definido, se espera que el sistema suministre respuestas erróneas.

#### **Encontrar expertos humanos que puedan resolver el problema.**

En algunos casos, sin embargo, las bases de datos pueden jugar el papel del experto humano.

**Diseño de un sistema experto.**

Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el subsistema de explicación, la interface de usuario, etc.

Elección de la herramienta de desarrollo, concha, o lenguaje de programación. Debe decidirse si realizar un sistema experto a medida, o utilizar una herramienta, o un lenguaje de programación.

Si existiera una concha satisfaciendo todos los requerimientos del diseño, esta debería ser la elección, no solo por razones de tipo financiero sino también por razones de fiabilidad. Las herramientas comerciales están sujetas a controles de calidad, a los que otros programas no lo están.

**Desarrollo y prueba de un prototipo.**

Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores deben ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.

**Refinamiento y generalización.**

En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

**Mantenimiento y puesta al día.**

En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances, entre otras.