

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.

Presentado ante la ilustre

Universidad Central de Venezuela

por los Brs. Alessandro G. Cecala G. y Luzdeyvid D. Pineda S.

para optar al Título de

Ingeniero de Procesos Industriales

Cagua, octubre de 2019

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.

Tutor Académico: Ing. M. Sc. Luis Alexander Díaz M

Tutor Industrial: Ing. Luz Mayre Calvete

Autores:

Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri

Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez

Cagua, octubre de 2019

ACTA DE APROBACIÓN

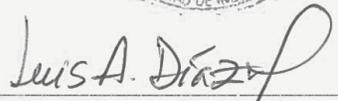
Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, para evaluar el Trabajo Final presentado por los bachilleres Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri y Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez, titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.** Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Título de Ingeniero de Procesos Industriales, sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, por lo declaran **APROBADO**.

En Cagua, a los 28 días del mes de octubre de 2019.


Profa. Ligia Hernández
C.I. 11.138.865
Jurado principal




Prof. Manuel Barrios
C.I. 3.688.183
Jurado principal


Prof. Luis Alexander Díaz
C.I. 14.730.037
Tutor

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre en mi vida, siendo mi guía y mi mejor amigo, por ser mi luz y esperanza para poder superar cualquier tropiezo que se me ha presentado en este arduo y fascinante recorrido, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

A mi mamá Rosella y a mi papá Francesco, les dedico este gran logro por ser mis aliados, mi sostén, por hacer grandes sacrificios y tratar de lograr hasta lo imposible, para ayudarme a alcanzar este sueño anhelado.

A mi tía Juliana por ser una de las mujeres más influyentes y significativas en mi vida, por consentir mis aspiraciones, apoyarme, aplaudir mis logros y darme las palabras sabias para enfrentar y superar cualquier circunstancia.

A mi nonna Emperatriz por apoyarme siempre, alentarme a luchar por mis sueños, y por siempre estar pendiente de cada paso que doy.

A mis primas Adelina y Gianna, por ser siempre mis compañeras de vida, por levantarme el ánimo ante todas las dificultades y ayudarme hasta en los más pequeños detalles, pero significantes para el triunfo de esta meta.

A mis tíos y primos, por todo su cariño y apoyo en esta y en cada una de las etapas que he vivido.

Finalmente, a mi compañera Luzdeyvid por su gran amistad, el honor de lograr este éxito juntos, sirviéndonos de aprendizaje y fortaleza para todo lo que nos falta por cumplir.

Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por haberme iluminado y guiado en el camino de la sabiduría y orientar mis pasos por el sendero del éxito, a la vez permitirme lograr mis objetivos y metas propuestas.

A mi madre, por brindarme su apoyo espiritual y moral en todo momento y ser ejemplo de superación y fortaleza en mi vida, con su apoyo cuento en todos los momentos épicos de mi etapa de crecimiento.

A mi hermana Luzbeyda, por ser mi ejemplo a seguir, motivarme cada día a superarme y ser cada vez mejor.

A mis grandes amigos Alessandro Cecala y Yefferson Delgado, quienes han estado presentes siempre que los he necesitado.

Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme salud, fortaleza y sabiduría, por llenarme de fe, esperanza y siempre permitirme estar de pie, con gran convicción y perseverancia, para poder alcanzar todo lo que me propongo, colocando grandes bendiciones en mi camino para poder llevar a cabo este trabajo.

A mi hermosa familia: mis padres, nonnos, primos y tíos por confiar en mí y siempre creer en mis capacidades y habilidades, por siempre ayudarme y acompañarme en este largo camino de preparación como profesional y durante el desarrollo de este proyecto.

A los profesores Ligia Hernández y Manuel Barrios por sus valiosas sugerencias, que contribuyeron en la calidad y mejora de este Trabajo de Grado, para aportar sin duda alguna, en mi formación y aprendizaje como profesional.

Al tutor y profesor Luis Alexander Díaz por ser la guía de este camino, por compartir todos sus valiosos conocimientos y por dedicar su preciado tiempo para lograr el éxito de este Trabajo de Grado.

A la tutora industrial Luz Calvete y a todos los ingenieros y trabajadores pertenecientes a la organización Vencerámica, por su gran ayuda y orientación para la construcción y desarrollo de este proyecto.

A todas aquellas personas que, de alguna manera, forman parte de la realización de este trabajo, y a todos los que han contribuido con mi formación y crecimiento personal y profesional.

¡A todos, mi más sincero agradecimiento!

Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida; por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre y mi hermana por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mis amigos, que se convirtieron en mi segunda familia, que siempre me han escuchado y apoyado.

A la profesora Ligia Hernández y Manuel Barrios por aportar conocimientos valiosos a lo largo de la realización de esta investigación.

A Luis Alexander Díaz, por acompañarnos en la realización de este trabajo final de grado.

A la organización Vencerámica C.A, por permitirnos realizar nuestro trabajo final de grado en sus instalaciones.

A todos los profesores de la Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales de la Universidad Central de Venezuela, quienes, a pesar de las dificultades, siguen venciendo la sombra.

¡Gracias por tanto!

Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez

PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.

Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri ¹

Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez ¹

1. Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales. Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A., la cual se basó en proponer un diseño para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias, con la finalidad de mejorar la calidad en la elaboración de los moldes para el conformado de dichas piezas. Se recopiló la información necesaria acerca del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes, al igual que las piezas sanitarias resultantes de los moldes fabricados en dicho proceso, utilizando los parámetros establecidos en una investigación de tipo proyectiva, de estudio comprensivo, apoyado con una investigación de campo no experimental, cubierto a través de los recorridos en el área de fabricación de moldes, revisión exhaustiva de documentos, uso de herramientas estadísticas, gráficos, diagrama de causa y efecto para identificar los orígenes del problema y una revisión documental que permitió establecer los factores que influyen en el proceso para su consideración en el diseño a proponer. Se desarrollaron las especificaciones que permitieron mejoramiento del área, reflejado por el método de diseño, el plano de distribución de planta y el diseño asistido por computadora, con intención de presentar la propuesta. Se propone un diseño que permita realizar una correcta dosificación de las materias primas que intervienen en la elaboración de la pasta, y así optimizar el proceso de mezclado. En el actual proceso ocurre una expulsión sin agitación y sin dosificación de los componentes, que tiene como consecuencia una inadecuada homogenización. El nuevo diseño formará una mezcla donde sus componentes estén en sus debidas proporciones, y por lo tanto una reducción significativa de las disconformidades en las piezas sanitarias producto de la fragilidad y porosidad presentes en los moldes.

Palabras Claves: Piezas sanitarias, yeso, agua, homogeneidad, mezclado, porosidad.

DESIGN PROPOSAL FOR THE MIXING PROCESS IN THE PRODUCTION AREA OF SANITARY PART MOULDS. CASE: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.

Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri ¹

Luzdeyvid Del Valle Pineda Suárez ¹

1. School of Industrial Process Engineering. Faculty of Engineering
Universidad Central de Venezuela

SUMMARY

The present investigation was carried out at the Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A., which was based on proposing a design for the mixing process in the area of molding sanitary parts, with the aim of improving the quality of the moulds for forming said parts. The necessary information was gathered about the process of mixing gypsum and water in the area of mold manufacturing, as well as the sanitary parts resulting from molds made in that process, using the parameters established in a projective-type, comprehensive study research, supported by a non-experimental field research, covered through the paths in the area of mould manufacturing, comprehensive review of documents, use of statistical tools, graphs, cause and effect diagram to identify the origins of the problem and a documental revision that allowed to establish the factors that influence the process for consideration in the design to be proposed. Developed the specifications that allowed improvement of the area, reflected by the design method, the floor plan and the computer-assisted design, with the intention of presenting the proposal. the design was adapted to the process needs for the mixture of gypsum and water. The invention relates to a design that enables the correct dosage of the raw materials used in the production of the paste and thus optimizes the mixing process. In the current process occurs a simultaneous expulsion without agitation and dosification, which results in an inadequate homogenization. The new design shall form a mixture where its components are in the right proportion's, and therefore a significant reduction in discomfort in the sanitary parts due to the fragility and porosity present in the moulds.

Keywords: Sanitary parts, gypsum, water, homogeneity, mixing, porosity.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág |
|---|------|
| PORTADA | i |
| ACTA DE APROBACIÓN..... | iii |
| DEDICATORIA ALESSANDRO CECALA..... | iv |
| DEDICATORIA LUZDEYVID PINEDA..... | v |
| AGRADECIMIENTOS ALESSANDRO CECALA..... | vi |
| AGRADECIMIENTOS LUZDEYVID PINEDA..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ÍNDICE GENERAL..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xvii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPÍTULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN | |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2 Objetivos de la investigación..... | 8 |
| 1.2.1 Objetivo General..... | 8 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 8 |
| 1.3 Justificación de la investigación | 9 |
| 1.4 Alcance de la investigación | 10 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL | |
| 2.1 Antecedentes | 11 |
| 2.2 Bases Teóricas | 12 |
| 2.3 Fundamentos teóricos asociados con la ruta metodológica | 16 |
| | |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO | |
| 3.1 Tipo de investigación | 21 |
| 3.2 Nivel de investigación | 22 |
| 3.3 Diseño de la investigación | 22 |
| 3.4 Unidad de análisis y de observación | 22 |
| 3.5 Población y muestra | 23 |
| 3.6 Diseño de instrumentos | 24 |
| 3.7 Técnicas para el análisis y presentación de la información | 26 |
| 3.8 Fases Metodológicas | 27 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | |
| 4.1 Fase I: Descripción de la situación del proceso de mezclado..... | 32 |
| 4.2 Fase II: Definición de los factores que influyen en el proceso de mezclado..... | 46 |
| 4.3 Fase III: Desarrollo de las especificaciones que permiten el mejoramiento del proceso de mezclado | 48 |
| CAPÍTULO V: LA PROPUESTA | |
| 5.1 Presentación | 51 |
| 5.2 Fundamentación de la propuesta | 51 |
| 5.3 Objetivo de la propuesta | 70 |
| 5.4 Viabilidad de la propuesta | 70 |
| 5.5 Administración de la propuesta | 71 |
| CONCLUSIONES | 77 |
| RECOMENDACIONES | 79 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 80 |
| ANEXOS | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág |
|---|-----|
| Tabla 1. Criterios de clasificación/ aceptación del valor Alfa de Cronbach..... | 20 |
| Tabla 2. Población y muestra representada por los trabajadores del área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 24 |
| Tabla 3. Formato de ficha técnica para los equipos y elementos que conformarán el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A. .. | 30 |
| Tabla 4. Resultados del cuestionario de escala de Likert aplicado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 46 |
| Tabla 5. Lista de elementos para del nuevo proceso de mezclado del área de fabricación en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A... | 50 |
| Tabla 6. Lista de indicación de los equipos del área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Pág |
|-------------------|--|-----|
| Figura 1. | Área de fabricación de moldes: a) Matricería. b) Proceso de mezclado, en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A. | 33 |
| Figura 2. | Contenedor para yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 33 |
| Figura 3. | Elevador de cangilones para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 34 |
| Figura 4. | Transportador horizontal de tornillo sin fin para el yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 34 |
| Figura 5. | Silo para almacenamiento del yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 35 |
| Figura 6. | Expulsión simultanea del yeso y el agua: a) Tornillo inclinado sin fin. b) Tolva de alimentación, para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 35 |
| Figura 7. | Matriz para la fabricación de moldes para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 36 |
| Figura 8. | Bomba hidráulica para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A. | 37 |
| Figura 9. | Tableros de control eléctrico para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 37 |
| Figura 10. | Moldes de pocetas provenientes del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 38 |
| Figura 11. | Tapa de cierre de un molde de poceta para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 38 |
| Figura 12. | Diagrama de Flujo de Procesos del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A con la simbología ASME... | 39 |
| Figura 13. | Diagrama de Ishikawa con el método de las 5M, del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 40 |
| Figura 14. | Moldes productos del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 42 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 15. | Porosidad en el molde de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A. | 42 |
| Figura 16. | Piezas sanitarias en crudo en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 43 |
| Figura 17. | Número de disconformidades en las piezas sanitarias..... | 43 |
| Figura 18. | Disconformidades en piezas sanitarias en crudo: a) Rajadura. b) Hundido. c) Roto, en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 44 |
| Figura 19. | Factores que influyen en el proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 48 |
| Figura 20. | . Dimensiones del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 52 |
| Figura 21. | Instalaciones de aire comprimido del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 53 |
| Figura 22. | Instalación de electricidad del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 54 |
| Figura 23. | Distribución en planta del nuevo proceso de mezclado en 2D en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 55 |
| Figura 24. | Paleta industrial con sacos de yeso simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 57 |
| Figura 25. | Mesa para soporte de paletas simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 58 |
| Figura 26. | Elevador para sacos simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 58 |
| Figura 27. | Transportador de tornillo sin fin con tolva simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.... | 59 |
| Figura 28. | Motor reductor simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 59 |
| Figura 29. | Silo de almacenamiento simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 60 |
| Figura 30. | Rompebovedas dosificador simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 61 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 31. | Dosificador de líquidos simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 62 |
| Figura 32. | Chiller industrial de enfriador de aire simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.... | 63 |
| Figura 33. | Tuberías de PVC simuladas en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 63 |
| Figura 34. | Conectores de tubería simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 64 |
| Figura 35. | Válvula de cierre simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 64 |
| Figura 36. | Bomba de agua simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 65 |
| Figura 37. | Tolva redonda simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 66 |
| Figura 38. | Mezclador vertical simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 66 |
| Figura 39. | Conector para manguera simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A..... | 67 |
| Figura 40. | Rollo de manguera simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 68 |
| Figura 41. | Pistola de riego industrial vibratorio simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.... | 68 |
| Figura 42. | Tablero de distribución eléctrica simulado 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 69 |
| Figura 43. | Controlador lógico programable (PLC) simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A | 70 |
| Figura 44. | Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 1. | 72 |
| Figura 45. | Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 2..... | 73 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 46. | Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 3..... | 74 |
| Figura 47. | Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 4..... | 75 |
| Figura 48. | Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A con la simbología ASME..... | 76 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág |
|--|-----|
| Anexo A. Ficha técnica Paleta industrial de madera..... | 87 |
| Anexo B. Ficha técnica Mesa metálica | 88 |
| Anexo C. Ficha técnica Elevador para sacos..... | 89 |
| Anexo D. Ficha técnica Transportador de tornillo sin fin con tolva | 90 |
| Anexo E. Ficha técnica Motor reductor | 91 |
| Anexo F. Ficha técnica Silo de almacenamiento | 92 |
| Anexo G. Ficha técnica Rompebovedas dosificador..... | 93 |
| Anexo H. Ficha técnica Dosificador de líquidos..... | 94 |
| Anexo I. Ficha técnica Conector de tubo doblado en versión 90 grados..... | 95 |
| Anexo J. Ficha técnica Tubos rígidos PVC | 96 |
| Anexo K. Ficha técnica Chiller de enfriador de aire | 97 |
| Anexo L. Ficha técnica Válvula de cierre | 98 |
| Anexo M. Ficha técnica Bomba de agua..... | 99 |
| Anexo N. Ficha técnica Mezclador | 100 |
| Anexo O. Ficha técnica Tolva redonda..... | 101 |
| Anexo P. Ficha técnica Conector para manguera..... | 102 |
| Anexo Q. Ficha técnica Rollo de manguera | 103 |
| Anexo R. Ficha técnica Pistola de riego vibratoria..... | 104 |
| Anexo S. Ficha técnica Controlador lógico programable (PLC)..... | 105 |
| Anexo T. Ficha técnica Tablero de Distribución eléctrica | 106 |
| Anexo U. Ficha técnica Mesa para pistola | 107 |
| Anexo V. Cuestionario Estructurado..... | 108 |
| Anexo W. Carta de validación de cuestionario Experto 1 | 112 |
| Anexo X. Carta de validación de cuestionario Experto 2 | 113 |
| Anexo Y. Carta de validación de cuestionario Experto 3 | 114 |
| Anexo Z. Resultado Método de Cronbach..... | 115 |

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las organizaciones industriales se han convertido en un componente central en las sociedades modernas, cumpliendo funciones muy destacadas en cuanto a la maximización de la producción y las ganancias a partir de un uso racional y eficiente de los recursos materiales e intelectuales, permitiendo cumplir los objetivos planteados, siendo el principal motor de las economías centrales de la actualidad.

Los avances tecnológicos en el sector industrial han crecido de forma exorbitante en los últimos años en la búsqueda de la estabilidad de los procesos y consecuentemente en la fabricación y producción de productos seguros y de calidad. Cuanto mayor es la productividad de una organización, mayor es la generación de puestos de trabajo y estabilidad en el mercado, satisfaciendo a sus clientes con menor costo de producción.

En base a lo antes mencionado, la aplicación del diseño de procesos es de gran importancia para lograr una productividad que cumpla con los indicadores y parámetros deseados, siendo el corazón del desarrollo de proyectos de ingeniería relacionados con la construcción y establecimiento de nuevas plantas de procesamiento. El diseño de procesos, presenta las operaciones y medios unitarios que se deben tomar en cuenta para su desarrollo, considerando los aspectos técnicos, económicos y ambientales, seleccionando los equipos, tuberías y accesorios que harán parte del área que comprenda dicho proceso, y de su acierto, depende el éxito y la seguridad de la planta, y, por ende, el rendimiento de la organización.

En este sentido, la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A, se ha dedicado desde sus inicios en la producción de piezas sanitarias. Las piezas sanitarias se obtienen a partir de una pasta conformada por una mezcla de arcillas y otros sílicoaluminatos con agua, mediante el cual, para su conformación, dicha pasta se vierte

dentro de un molde elaborado por los componentes yeso y agua a través de un proceso de mezclado.

La falta de homogeneidad de la mezcla de yeso y agua durante el proceso de fabricación de los moldes, ha sido un elemento en la cual la organización se percató del déficit de la calidad en las piezas sanitarias, producto de la operación de vaciado de la pasta en los moldes para su conformación, donde se pudo diagnosticar, que el problema se origina debido al inadecuado proceso de mezclado actual en el área de fabricación de moldes.

Esta investigación tomó como objetivo, proponer un diseño para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A, fundamentada en una serie de tópicos asociados con método de diseño, dibujo asistido por computadora y detección y diagnóstico de fallas, relacionado con los módulos de calidad y productividad que todo ingeniero de procesos industriales debe comprender. Con esto se pretende mejorar y garantizar la correcta fabricación de los moldes para contribuir con la calidad de las piezas sanitarias, y a su vez, con la productividad de la organización.

Este trabajo final de grado está estructurado de la siguiente forma: capítulo I, con el planteamiento del problema y objetivos, capítulo II, marco referencial, capítulo III, marco metodológico, capítulo IV, presentación y análisis de resultados, capítulo V la propuesta del proceso de mezclado, conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Un proceso, es cualquier actividad, o conjunto de actividades, mediante el cual se transforman materias e insumos para que de esta manera se le agregue un valor, esto con el fin de obtener un producto final que cubra las necesidades de un determinado cliente (Carro y González, 2015). Los procesos productivos deben tener establecido una serie de pasos que permita la correcta conformación del producto o pieza final para lograr el éxito empresarial (Canela y Griful, 2002). En todo proceso, están inmersas una serie de operaciones universales para su ejecución y desarrollo. En este sentido, el mezclado es una de las operaciones más frecuentes que se puede encontrar en cualquier proceso productivo y, por ende, en la industria (Lozano *et al.*, 2012).

El mezclado, se refiere en el contexto de la agitación, a conseguir la máxima interposición entre materiales, que pueden ser miscibles o no miscibles, para obtener un grado determinado de uniformidad entre los mismos (Uribe *et al.*, 2012). Las operaciones de mezclado se usan con una gran variedad de propósitos, entre ellos se encuentra la homogenización de materiales, la transferencia de calor, la dispersión de gases en líquidos, etc (Loli, 2013). Entre las industrias que emplean ampliamente el mezclado destacan aquellas que manejan materiales viscosos y de reología compleja (Ciro, 2006). Algunas de las más importantes: industrias de polímeros, de alimentos, de fermentación, farmacéutica, de cosméticos y de cerámica, entre otras (Serna, 2005).

Sería muy difícil encontrar dentro de los procesos industriales un método que no involucre de alguna manera al mezclado, ya sea para promover la homogenización de las fases, mejorar el contacto entre los reactivos en reactores agitados, dispersar aire en caldos de cultivo, agilizar la rapidez de transferencia de calor en el caso de recipientes con calentamiento externo, realizar operaciones de lixiviación de sólidos y una larga lista más de casos en donde la utilización de mezcladores es parte fundamental y central del proceso productivo. Incluso, pudiera decirse que el éxito de muchas operaciones industriales depende de la eficaz agitación y mezcla de fluidos (McCabe *et al.*, 2007).

Para proyectar bien este tipo de operaciones hay que tener en cuenta, aparte del elemento a mezclar, el equipo que realizara adecuadamente dicha operación, alcanzando la mejor interposición entre materiales. La palabra “diseño” hace referencia a la preconcepción sistematizada de la forma y las demás características del producto, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos, estéticos, psicológicos, anatómicos, fisiológicos, etc., es decir a la creación de un modelo del mismo (planos, prescripciones, etc.), con todos los detalles, antes de su realización (Maldonado, 1993). El proceso de preconcepción es clave en la producción industrial, pues es imposible fabricar industrialmente un objeto sin antes haber definido, con precisión, sus características físicas y de producción (Gay y Samar, 2007).

La Compañía Vencerámica C.A., es una organización manufacturera que durante 60 años ha fabricado y comercializado en el mercado local una extensa variedad de productos sanitarios de excelente calidad. Entre sus productos se encuentran pocetas, lavamanos, tanques y pedestales. Para tal fin, la organización cuenta con once (11) áreas que conforman el proceso productivo: molienda, preparación de la pasta, preparación del esmalte, matricería, moldes, vaciado, secado, inspección cruda, esmaltado, hornos e inspección final.

El proceso productivo se inicia en el área de molienda, donde se mueven materiales como el sílice, feldespato, caolín y arcilla con agua hasta alcanzar la granulometría necesaria para la formulación de la pasta de las piezas sanitarias para su posterior preparación, de igual forma se prepara el esmalte, siendo los colores claros o pasteles que caracterizaran a las piezas a fabricarse. Por otro lado, en el área de matricería se fabrican las matrices, siendo el positivo de los moldes, elaboradas principalmente por yeso y fibra de vidrio, las cuales son las encargadas de darle forma a los moldes. Las matrices son dispuestas en el área de moldes, donde se fabrica la pasta utilizada especialmente para los mismos, constituida por yeso y agua.

Estos moldes posteriormente son empleados en el área de vaciado, donde se vierte en ellos la pasta de piezas sanitarias. Una vez ya formadas las piezas sanitarias en crudo, se retiran los moldes, y pasan por un proceso de secado para eliminar la humedad residual. Luego esas piezas son llevadas a inspección cruda, área que se encarga de examinar las piezas en crudo, en donde se verifica si presentan o no los requisitos superficiales que debe tener toda pieza sanitaria, consecutivamente se esmaltan y se introducen en los hornos para su respectiva vitrificación y, por último, se realiza una inspección final para determinar si cumplen o no con los estándares de calidad.

Para la fabricación de los moldes, se cuenta con un proceso de mezclado de la pasta compuesto por los siguientes elementos: una tolva de alimentación, un contenedor, un silo, un elevador de cangilones, tuberías, dos tornillos sinfín, dos bombas, cuatro motores y la manguera que permite verter la mezcla en las matrices. Dentro del proceso, el yeso y el agua son expulsados de forma simultánea, es decir, al mismo tiempo. El caudal del agua no está especificado, sin tener alguna proporción establecida en cuanto a esa cantidad llevada por las tuberías, simplemente se controla mediante una válvula de globo, la cual es manipulada por los operadores del área sin seguir ningún criterio específico.

De acuerdo con información suministrada por la Gerencia del Laboratorio Técnico, la proporción establecida de la mezcla para la elaboración de los moldes de piezas sanitarias es de 60% de yeso y 40 % de agua. Sin embargo, en el área de moldes no existe un control que garantice que la mezcla cumpla con las proporciones establecidas, lo que se debe a una mala estructuración del diseño del proceso asociado al mezclado de los componentes. En el primer trimestre del año 2019, el Laboratorio Técnico, ha realizado pruebas que han dado como resultado el incumplimiento de las proporciones establecidas. El porcentaje actual de agua es de aproximadamente 60 % y de yeso 40 %. El exceso de agua genera un alto grado de porosidad en los moldes de piezas sanitarias.

La porosidad está definida como la fracción del volumen vacío sobre el volumen total (Anovitz y Cole, 2015). El alto grado de porosidad genera poca resistencia mecánica de los moldes, afectando directamente a las piezas sanitarias, haciendo que presenten disconformidades tales como rajaduras, roturas y hundidos. La porosidad aparente máxima aceptable que deberían tener los moldes, es decir, el volumen de poros admitidos, es de 50 %, no obstante, la porosidad actual es mayor de 59%, influyendo de manera negativa en el acabado superficial de las piezas sanitarias, además, al evaluar distintas partes de las piezas, se obtienen diversos porcentajes de porosidad en su composición. De acuerdo a observaciones dadas por los operadores del área de moldes, este hecho se debe a la no homogeneidad de la mezcla de yeso y agua.

La vida útil de un molde es de aproximadamente de noventa (90) vaciados, y en ese proceso de vaciado se utilizan cincuenta (50) moldes para la fabricación de las piezas sanitarias. Los primeros vaciados realizados en los moldes nuevos ocasionan una pérdida total para la organización, ya que alrededor de los primeros cuatros (4) vaciados, las piezas son desperdiciadas por la fragilidad y la poca resistencia de los moldes, traducándose en una pérdida de doscientas (200) piezas sanitarias en crudo.

Los altos niveles de porosidad son los que producen este daño, ya que al haber un mayor grado de porosidad que la ideal, hace que exista una cantidad de espacios vacíos en los moldes, afectando el proceso de vaciado para la elaboración y producción de piezas sanitarias.

Después del cuarto proceso de vaciado, el resto de las unidades acabadas no son perdidas en su totalidad, sin embargo, alrededor de treinta y dos (32) piezas de las cincuenta (50) producidas (64%), presentan disconformidades asociadas a rajaduras, rotos y/o hundidos. Estas piezas son evaluadas en inspección cruda, para determinar si pueden ser reprocesadas o desechadas. Cerca del 20% de las piezas disconformes son desechadas.

Según los informes del balance de producción de los meses de marzo, abril y mayo del año 2019, la producción diaria promedio de piezas sanitarias es de aproximadamente trescientos cincuenta (350) unidades. Tomando en cuenta el porcentaje asociado a las piezas disconformes, alrededor de 179 piezas son expuestas a un proceso de frisado manual que permite corregir la superficie de las piezas sanitarias crudas y cerca de cuarenta y cinco (45) piezas son desechadas. En relación con la poca resistencia que están presentando los moldes por el alto grado de porosidad debido a la no homogeneidad de la mezcla para su elaboración, mensualmente, esto se traduce en 4480 piezas sanitarias que salen con disconformidades, y de ellas, 896 representan pérdida.

Para evitar que las piezas sanitarias presenten disconformidades por el inadecuado proceso de mezclado para la elaboración de los moldes, se considera pertinente la propuesta de un diseño que mejore su fabricación, garantizando con exactitud y de forma semi-automatizada, la correcta homogenización y proporción de la mezcla yeso y agua, para así contribuir con la calidad del proceso productivo.

Todos los aspectos planteados anteriormente, conllevaron a formular la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el diseño a proponer para el mezclado de yeso y agua en el área de moldes en la organización Vencerámica C.A. que permita la disminución de las disconformidades de las piezas sanitarias?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Proponer un diseño para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias. Caso: Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir la situación del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.
2. Definir los factores que influyen en el proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.
3. Desarrollar las especificaciones que permitan el mejoramiento del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

4. Diseñar la propuesta para el proceso de mezclado del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de procesos en las organizaciones permite establecer la modalidad de desarrollo de las actividades productivas en función del tipo de producto a elaborar y condicionado por las tecnologías seleccionadas para llevar a cabo dichas operaciones, abarcando la elección de las entradas, los procedimientos a involucrar, los flujos y los métodos para la producción de bienes y servicios, así como el estudio detallado de los numerosos factores estratégicos a utilizar, como lo es la capacidad inicial y la proyectada para el horizonte de planeamiento de las actividades del proceso, los equipos, herramientas, instrumentos y maquinaria asignada al manejo de materiales, la secuencia de las operaciones y la conexión entre las distintas actividades, el grado de automatización de la producción, la calidad del producto para asegurar características competentes y consistentes con los requerimientos del mercado, las condiciones de seguridad y la flexibilidad y confiabilidad de dicho proceso.

En este sentido, la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A, desde inicios del 2019, ha venido observando un incremento de las disconformidades de las piezas sanitarias, producto del alto grado de porosidad que afecta a la fragilidad y resistencia mecánica de los moldes, ocasionando pérdidas de las piezas en crudo durante el proceso de vaciado, y a su vez, disminuyendo la calidad de la productividad, por la no homogeneidad de la mezcla yeso y agua, debido al inadecuado proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes.

Es por ello, que surgió la necesidad de desarrollar esta investigación con el objetivo de garantizar la correcta homogenización y proporción de los componentes yeso y agua para contribuir con la calidad de la elaboración de los moldes para piezas sanitarias, a través de una propuesta de diseño para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la organización Vencerámica C.A.

1.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de la investigación se basó en describir la situación actual y definir los factores del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica C.A, con el propósito de recopilar la información necesaria y relevante para comprender el funcionamiento de los equipos, máquinas y demás componentes que lo conforman, así como poder identificar y detectar la razón de las disconformidades en las piezas sanitarias producto de la porosidad de los moldes causado por la no homogeneidad de la mezcla de yeso y agua, utilizando como elementos de estudio los moldes elaborados, las piezas sanitarias y las personas que están involucradas con el proceso de mezclado.

Con la intención, de desarrollar las especificaciones que permitan el mejoramiento de la mezcla yeso y agua, se cumplió con el objetivo de proponer un diseño con los parámetros requeridos para la caracterización y ubicación de los equipos destinados a sustituir las necesidades y funciones del nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

La presente investigación consta de un conjunto de conceptos que le proporcionará sostenibilidad y validez al proyecto, según Arias (2012), El marco referencial se obtiene en la revisión documental y bibliográfica que proporciona una recopilación de ideas mediante la postura de autores, conceptos y definiciones que sirven para la argumentación de la propuesta.

2.1 ANTECEDENTES

Morín (2004), desarrolló una investigación presentada ante la Universidad Central de Venezuela, titulada **“Estudio comparativo entre dos tipos de yeso utilizados para el conformado de piezas sanitarias”**, para optar por el título de Ingeniero Químico. El objetivo principal del trabajo de investigación fue comparar las propiedades tanto físicas como mecánicas de dos tipos de yesos utilizados para la creación de la pasta usada en la fabricación de moldes de piezas sanitarias. Para la realización del estudio, la autora tomó en cuenta el yeso y sus aplicaciones, los principios del proceso de colado (también conocido como proceso de vaciado), la velocidad de fraguado de las mezclas de yeso y agua, la porosidad y la resistencia mecánica de los moldes conformados. Este trabajo sirvió como sustento importante al momento de considerar las variables pertinentes asociadas a la mezcla de yeso y agua, garantizando que el diseño de mezclado propuesto se adapte a las necesidades operativas.

Echenique y Mirabal (2019), desarrollaron un trabajo final de grado, titulado **“Diseño de las líneas de empaque de mantequilla en presentaciones individual e**

institucional para una empresa láctea ubicada en Maracay Edo. Aragua”, para optar al Título de Ingeniero de Procesos Industriales. El trabajo de investigación tuvo como objetivo general diseñar las líneas de Empaque de Mantequilla en Presentaciones Individual e Institucional para una empresa Láctea con la finalidad de aumentar la producción. Para realizar su cometido, los investigadores implementaron el dibujo asistido por computadora, herramienta que permitió visualizar la distribución física de los equipos, máquinas y elementos propuestos para diseñar las líneas de empaque. Este trabajo de investigación se consideró como antecedente por tener como objetivo general proponer un nuevo diseño para mejorar la manera en que se desarrollan las actividades productivas dentro de una organización.

Carpio y Rodríguez (2019), quienes desarrollaron una investigación, titulada **“Propuesta para incrementar la capacidad de producción del proceso productivo de la empresa Moym’s Helados”**, para optar al Título de Ingeniero de Procesos Industriales. Este trabajo tuvo como objetivo dar solución a un problema de capacidad, el cual estaba relacionado principalmente con los equipos y maquinas que constituían el proceso productivo. Uno de los principales problemas que ocurrían provenía de cuellos de botella que no permitían que el flujo de fabricación de los helados se diera de manera correcta. Se consideró como un antecedente de esta investigación, ya que de acuerdo al problema que plantearon, diseñaron la nueva distribución física de los equipos que conforman el proceso productivo para resolver un problema.

2.2 BASES TEÓRICAS

Todo proceso productivo es llevado a cabo por medio de sistemas. Un **sistema** puede definirse como un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, en interacción que desarrollan una actividad para lograr un objetivo o propósito unidos al ambiente que rodea el sistema para suministrar información, energía, materia (Chiavenato, 1999). Las actividades productivas realizadas dentro de la Compañía

Venezolana de Cerámica se llevan a cabo mediante un sistema compuesto por todos aquellos procesos que entran en interacción, con el fin de la fabricación de piezas sanitarias, de diversas formas y funciones.

Los **procesos industriales** están definidos como aquellas actividades que se llevan a cabo para transformar materias primas y convertirlas en diferentes clases de productos (Pérez y Merino, 2013). El mejoramiento de las actividades que permiten la transformación de las materias primas es fundamental para el incremento de la productividad de cualquier organización.

La **productividad** es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo (Galindo y Ríos, 2015). La productividad es importante dentro de cualquier organización, para poder obtenerla es necesario que se tomen en cuenta aquellas acciones o procesos que causan pérdidas, ya sea porque deben aplicarse retrabajos o porque la producción es defectuosa y debe ser desechada.

Para la elaboración de las piezas sanitarias, una materia prima fundamental en el proceso es el yeso siendo este un mineral de amplia utilidad que tiene importancia comercial, fundamentalmente, como fuente de obtención del yeso hemihidratado. Este hemihidrato es un aglomerante hidráulico que, al ser mezclado con agua, forma una masa uniforme y semifluida capaz de endurecerse por la reacción de hidratación del compuesto químico que lo forma (Norton, 1975). Este producto tiene múltiples aplicaciones que dependen del tipo de hemihidrato, siendo una de las más importantes en la industria de cerámica sanitaria, en la cual se utiliza para la fabricación de moldes porosos destinados al conformado de piezas cerámicas mediante la técnica de colado.

En este proceso, una suspensión de arcillas y otros materiales silicoaluminosos, denominada comúnmente barbotina, es vaciada dentro de un molde poroso y por efecto de capilaridad se produce la formación de la pieza (Arzabe, 1993).

El yeso industrial, puede ser dividido a su vez en tres categorías basadas en el grado de cocción del mineral: sin calcinar, calcinado y anhidro, cada una de las cuales tiene aplicaciones distintas basadas en las propiedades de cada material. Entre las mayores aplicaciones industriales del yeso calcinado se encuentran la fabricación de moldes para la elaboración de piezas sanitarias, de alfarería y en la producción de objetos cerámicos decorativos (Morín, 2014). En la Compañía Venezolana de Cerámica, se utiliza el yeso calcinado como una de las materias primas fundamentales dentro del proceso de obtención, tanto de la pasta de moldes, como de la pasta de piezas sanitarias.

El mezclado utilizado para el conformado de piezas sanitarias generalmente presenta un contenido de humedad mayor al 15 % en peso, sin embargo, esta variable depende directamente de las propiedades de la fase sólida y del proceso de conformado. (Norton, 1975). En algunas mezclas es importante y fundamental la homogeneidad de todos sus componentes. La **homogeneidad** del producto depende del equilibrio alcanzado entre el mecanismo utilizado en el proceso y la composición de la materia prima. (Fellows, 2000). Cabe destacar que el mecanismo puede favorecer o dificultar el proceso de mezclado, dependiendo del tipo de mezcladora que sea y las condiciones que se presenten durante su funcionamiento.

Desde la antigüedad se han utilizado **moldes de yeso** para producir piezas sanitarias, actualmente el uso de moldes de yeso en la industria cerámica es sencilla, económica y flexible en comparación con otros procesos complejos y costosos requeridos en muchas industrias. El uso del yeso para la elaboración de moldes requiere una mínima inversión en utillaje y es muy útil en la fabricación de series cortas de

piezas de forma compleja. Las propiedades del molde determinan en buena medida el proceso de vaciado y, por tanto, las propiedades del material obtenido. (Samperio *et al.*, 2011). En la actualidad, aunque existen otros métodos, muchas organizaciones siguen utilizando moldes de yeso para obtener piezas sanitarias, como es el caso de la Compañía Venezolana de Cerámica. Los moldes de yeso son piezas fundamentales al momento de elaborar piezas sanitarias, ya que además de darle forma a la pieza, le da ciertas propiedades asociadas a su estructura, tanto interna como externa. Por este motivo es importante garantizar la calidad de los moldes de piezas sanitarias.

Los moldes son utilizados en el proceso de **vaciado de suspensión**, este último es un método que consiste en vaciar una suspensión cerámica en un molde de yeso, el cual servirá como soporte mientras se desarrolla la operación de drenado al absorber el molde de yeso el agua contenida en la suspensión cerámica y durante su posterior contracción hasta alcanzar una consistencia suave pero firme. Posteriormente la pieza (en verde o en crudo) es extraída del molde de yeso y se somete a un proceso de sinterización (Moreno *et al.*, 1986).

Toda pieza sanitaria puede presentar una disconformidad por un inadecuado proceso que se pueda generar en cada una de sus etapas productivas. Un **producto disconforme** se considera defectuoso si tiene uno o más defectos, que son disconformidades que son lo suficientemente graves para afectar de manera importante la seguridad o el uso efectivo del productivo (Montgomery, 2004).

La **calidad** es el logro de satisfacción de los clientes a través de establecimientos adecuados de todos sus requisitos y el cumplimiento del mismo con procesos eficientes (Vásquez, 2007). Por lo tanto, para la obtención de productos de calidad, es necesario la implementación de procesos de calidad, donde se garantice la satisfacción del cliente, el cual puede ser interno o externo.

Para proyectar un proceso, debe hablarse de un diseño. El termino **diseño industrial** es tan amplio que puede adaptarse a todo tipo de termino relacionado con lo metodológico, lo social, lo estilístico, lo funcional, etc., refiriéndose a todo sistema, producto u objeto fabricado en serie, es decir producido en masa, mediante procesos industriales (Navarro, 2007).

2.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS ASOCIADOS CON LA RUTA METODOLÓGICA

El **nivel de investigación** se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio y el **diseño de investigación** es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado (Hurtado, 2010).

Toda investigación está constituida por una población y muestra. La **población** se define como el universo de la investigación, constituida por características o estratos para distinguir los sujetos, sobre los cuales se pretende generalizar los resultados (Chávez, 2007). La **muestra** es un subconjunto representativo de un universo o población (Morlés, 1994).

Existen técnicas e instrumentos de recolección de datos para el sustento de la investigación. La **observación directa** es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante el uso de los sentidos, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos (Arias, 2012). También se encuentra **la revisión documental** es una técnica de observación complementaria, en caso de que exista registro de acciones y programas, la cual da una idea del desarrollo y las características de los procesos (Cázares, 1990).

Entre los diseños de instrumentos, podemos encontrar el llamado **cuestionario de escala de Likert**, siendo un procedimiento que permite explorar cuestiones subjetivas, obteniendo información de un número considerable de personas, mediante la opinión pública y los valores vigentes de una sociedad o población para recolectar datos necesarios para una investigación o propósito, mediante respuestas específicas de niveles, siendo completamente, suficientemente, regularmente, insuficientemente o incompletamente (Grasso, 2006).

Todo proceso se puede representar por medio de un **diagrama de flujo**, siendo la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento, y se puede representar mediante la simbología **ASME** (Society of Mechanical Engineers), asociación de profesionales fundada en 1880, con la función de idear una serie de códigos de diseño para la construcción, pruebas e inspección de bienes de equipos y procesos industriales (Manene, 2011).

La aplicación del **diseño asistido por computadora** en la ingeniería abarca la elaboración de cuadros sinópticos, diagramas de diversos tipos, gráficos estadísticos, representación normalizada de piezas para su diseño y fabricación, representación tridimensional de modelos dinámicos en multimedia, análisis con elementos finitos, aplicaciones en realidad virtual, robótica, etc. (Rojas y Rojas, 2006).

Una de las herramientas más efectiva para estudiar procesos y situaciones, es el **diagrama de causa - efecto** (también denominado diagrama de Ishikawa) para desarrollar un plan de recolección de datos, sirviendo como medio para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido, y puede ser representado por el método de las **5 M**, sistema de análisis estructurado en el

que fija cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema, siendo máquina, método, mano de obra, medio ambiente y materia prima (Zapata y Villegas, 2006).

En todo diseño de procesos, está inmerso el **plano de distribución de planta**, siendo una herramienta propia de la ingeniería industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional (Muther, 1970).

Un instrumento requiere **validez y confiabilidad**, ya que representan el constructo inherente a la investigación, desde la perspectiva positivista, con el fin de otorgarle a los instrumentos y a la información recabada, exactitud y consistencia necesarias para efectuar las generalizaciones de los hallazgos, derivadas del análisis de las variables en estudio (Hidalgo, 2005). La **validez** hace referencia a la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma significativa y adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado, buscando corroborar el consenso entre el investigador y los expertos con respecto a la pertenencia de cada ítem a las respectivas sinergias del evento y, de esta manera, apoyar la definición de la cual se parte, y **la confiabilidad** hace referencia a que el instrumento utilizado para medir dichos rasgos del evento brinde siempre los resultados esperados de acuerdo a la función para lo que fue elaborado (Hurtado, 2010).

Previo al inicio del trabajo de investigación, es necesario probar el **cuestionario o entrevista** sobre un pequeño grupo de población con una prueba piloto, para lo cual se recomienda un grupo de sujetos que no pertenezcan a la muestra seleccionada pero

sí un grupo con características similares a la de la muestra del estudio. De esta manera se estimará la confiabilidad del cuestionario, usando la metodología Alfa de Cronbach (Corral, 2009).

En este sentido el **Método Alfa de Cronbach**, es una herramienta para evaluar la confiabilidad u homogeneidad de las preguntas de un cuestionario. Es utilizado cuando se trabaja con respuestas policotómicas, como la escala de Likert (Corral, 2009). El Coeficiente Alfa de Cronbach toma valores entre 0 y 1, y se calcula mediante la varianza de los ítems y entre los ítems, tal y como se indica en la Ecuación I.

$$r_{tt} = \frac{k}{(k - 1) \frac{1 - \sum s_i^2}{s_t^2}}$$

(Ecuación I)

Donde:

r_{tt} : Coeficiente de confiabilidad de la prueba.

k : Número de ítems del instrumento.

s_t^2 : Varianza total del instrumento.

$\sum s_i^2$: Sumatoria de las varianzas de los ítems.

Mientras haya más homogeneidad en las respuestas, menor sea su variabilidad, mayor será el valor del Coeficiente del Alfa de Cronbach. Realizado el calculado del coeficiente, se procede a comparar con los criterios de clasificación expresados en la Tabla 1. Para la evaluación del Coeficiente Alfa de Cronbach, se tomaron en consideración la claridad de la redacción, lenguaje adecuado con el nivel del informante y si mide lo que pretende. Es importante destacar que para el caso de ítems

que deben eliminarse o modificarse, se le pidió al juez revisor que manifestara su disconformidad para proceder a realizar los debidos cambios sobre la pregunta en cuestión.

Tabla 1. Criterios de clasificación/ aceptación del valor Alfa de Cronbach.

| Valor de alfa tabulado | Criterio de aceptación |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 0,70 a 1.00 | Muy fuerte |
| 0,50 a 0.69 | Sustancial |
| 0,30 a 0,49 | Moderada |
| 0,10 a 0.29 | Baja |
| 0,01 a 0,09 | Despreciable |

Fuente: Corral (2009).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Detectado el problema, esta investigación se fundamentó en un marco metodológico, el cual definió el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos que se utilizaron en el estudio para su desarrollo (Balestrini, 2006). El marco metodológico se refiere a cómo se realizó la investigación, mostrando el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos (Finol y Camacho, 2008).

En la presente sección, se determinaron los tópicos referentes a el tipo, nivel y diseño de la investigación, la unidad de análisis y de observación, la población, la muestra, el diseño de instrumentos, las técnicas para el análisis y presentación de la información, las fases metodológicas que permitieron lograr el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se basó en una investigación proyectiva, consistiendo en la elaboración de una propuesta como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo (Hurtado, 2010). Por lo tanto, mediante este tipo de investigación se propuso soluciones al proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para mejorar la calidad de su elaboración para el conformado de piezas sanitarias en la organización Vencerámica C.A a partir de un proceso previo de

indagación. Es importante destacar, que la aplicación de esta propuesta de diseño no dependió de los investigadores, sino de la alta directiva de la organización.

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se enmarcó en un nivel comprensivo, abarcando los objetivos de explicar, predecir y proponer el proceso de mezclado en la conformación de los moldes de piezas sanitarias (Hurtado, 2010). Este estudio, aludió a la explicación de las causas o situaciones que generan los eventos físicos del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes, con el interés de explicar por qué y en qué condiciones ocurrió este fenómeno, en cuanto a la no homogeneidad de la mezcla de yeso y agua.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación se consideró de campo no experimental, ya que se recolecto los datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos en el proceso de mezclado para la fabricación de moldes de piezas sanitarias, sin manipular o controlar las variables involucradas, en donde se obtuvo la información necesaria para la realización de la investigación (Hurtado, 2010).

3.4 UNIDAD DE ANÁLISIS Y DE OBSERVACIÓN

La unidad de análisis fue el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias y la unidad de observación fueron las piezas sanitarias, resultado de los moldes fabricados en el proceso de mezclado de los componentes yeso y agua dentro de la organización Vencerámica C.A.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo con la investigación planteada, se contó con tres poblaciones diferentes. Las poblaciones estuvieron representadas por:

1. Los moldes elaborados provenientes del proceso de mezclado.
2. Las piezas sanitarias en crudo obtenidas de los moldes.
3. Las personas que laboran en el área de fabricación de moldes: el área de fabricación de moldes cuenta con un total de veintiún (21) trabajadores, desglosándose en: un (01) coordinador, dos (02) supervisores y dieciocho (18) operadores, siendo los sujetos que se encuentran inmersos en el proceso de mezclado de la pasta para la elaboración de los moldes para el conformado de piezas sanitarias.

En el caso de la muestra de esta investigación, fue seleccionada de manera intencional de acuerdo a lo establecido por la gerencia del área de moldes, con el objetivo de no entorpecer las labores operativas y de traslado del área, se tuvo acceso a la evaluación de los moldes que constituyen un proceso de vaciado, es decir 50 moldes. De igual manera, se dispuso de un lote de piezas sanitarias, equivalente a 50 piezas crudas.

En cuanto al personal del área de fabricación, se seleccionaron diez (10) personas, un (01) coordinador, dos (02) supervisores y siete (07) operadores del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias. Estos individuos fueron seleccionados de acuerdo a los años de experiencia que poseían en el área de fabricación de moldes, tomando en cuenta aquellos que tenían mayor tiempo. A los sujetos elegidos se les aplicó un instrumento de recolección de datos que permitió obtener información

relevante para la investigación. A continuación, se presenta la tabla de la población y muestra seleccionada del personal involucrado en el proceso de mezclado (Tabla 1) de esta investigación:

Tabla 2. Población y muestra representada por los trabajadores del área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

| Población y muestra de personas que laboran en el área de fabricación de moldes | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Población | | Muestra | |
| 21 Trabajadores | 01 Coordinador | 10 Trabajadores | 01 Coordinador |
| | 02 Supervisores | | 02 Supervisores |
| | 18 Operarios | | 07 Operarios |

3.6 DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Para la recopilación de información de interés basado en la muestra seleccionada de la población del área de fabricación de moldes en el proceso de mezclado de yeso y agua, se utilizó el instrumento indicado en el Anexo V, por medio del cual se determinó si los encuestados consideraron oportuno la mejora del diseño del mismo, para contribuir con la calidad de la elaboración de moldes para el conformado de piezas sanitarias.

El instrumento empleado, fue validado en cuanto al grado de propiedad de las inferencias e interpretaciones que se desarrollaron, producto de los resultados que se obtuvieron, incluyendo sus consecuencias sociales y éticas (Messick, 1989). La validez de un instrumento consiste en que mida lo que tiene que medir. Hay que

considerar que la validez de contenido no puede expresarse cuantitativamente, es más bien una cuestión de juicio, se estima de manera subjetiva o intersubjetiva empleando, usualmente, el denominado juicio de expertos (Corral, 2009).

El juicio de expertos se llevó a cabo mediante la modalidad de agregados individuales. En este método se pidió individualmente a cada experto que diera una estimación directa de los ítems del instrumento. Se seleccionaron tres expertos o jueces, para juzgar de manera independiente la relevancia y congruencia de los reactivos con el contenido teórico, la claridad en la redacción y el sesgo o tendenciosidad en la formulación de los ítems (Corral, 2009).

Para llevar a cabo la validación a través del juicio de expertos, se proporcionó la información escrita necesaria acerca del objetivo de la aplicación del instrumento. De igual manera, se le suministró a los expertos o jueces seleccionados el instrumento a validar, mediante el cual evaluaron: coherencia, claridad, relevancia y suficiencia (Corral, 2009).

Posteriormente, fueron analizados los resultados de los instrumentos de validación. Según Corral (2009):

- Los ítems que tienen 100% de coincidencia favorable entre los jueces quedan incluidos en el instrumento.
- Los ítems que tengan 100% de coincidencia desfavorable entre los jueces quedan excluidos del instrumento.
- Los ítems que tengan una coincidencia parcial entre los jueces deben ser revisados, reformulados o sustituidos, si es necesario, y nuevamente validados.

Por otro lado, se calculó la confiabilidad del instrumento mediante el método de Alfa de Cronbach, estableciendo el requerimiento de una sola administración del instrumento de medición, en la que pudo tomar valores entre 0 y 1, donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa la confiabilidad total (Meza, 2002). El formato del cálculo de confiabilidad del instrumento incluyó la presentación de la fórmula y el rango de interpretación del coeficiente de confiabilidad.

3.7 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para dar respuesta a los objetivos de la investigación, teniendo como base la información recolectada, se procedió a utilizar herramientas que permitieron su análisis y presentación. Entre ellos se encuentran:

- Diagrama de flujo de procesos, que permitió a los investigadores describir de forma esquematizada el proceso asociado al mezclado de yeso y agua que es utilizado para la fabricación de moldes de piezas sanitarias. El diagrama de flujos de procesos se elaboró mediante la simbología de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés)
- El método de diseño, herramienta que permitió mostrar la descripción y plasmar la idea de las nuevas especificaciones y componentes, representadas en fichas técnicas, a proponer en el proceso de mezclado, dando una mejor panorámica de las metodologías, técnicas y enfoques que se utilizaron para solucionar los problemas en cuanto a su diseño.
- El uso del dibujo asistido por computadora permitió representar los elementos que formaron parte del diseño técnico del proceso de mezclado.

- Plano de distribución de planta, donde se visualizaron de forma distintiva la disposición adoptada en la implantación física de los equipos que conformaron el proceso de mezclado.
- Diagrama de Ishikawa con el método de las 5M, donde se expusieron las causas-raíces del problema asociado con el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes, analizando todos los factores involucrados.
- Herramientas estadísticas, como tablas de doble entrada y gráficos de barras, por medio de las cuales se representaron y organizaron la información recolectada durante el desarrollo de la investigación.

3.8 FASES METODOLÓGICAS

Para el desarrollo de las fases metodológicas, se estudió el proceso actual de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias con la finalidad de poder idear y presentar alternativas de mejora al diseño, contribuyendo con la productividad de la organización y la reducción de las disconformidades del producto causadas por el problema planteado en el objeto de estudio. Tomando en cuenta estos aspectos, se definieron los factores que intervienen en el proceso de mezclado de yeso y agua, se determinaron cuáles son las especificaciones que fueron propuestas para su mejoramiento, y se elaboró una propuesta de diseño del proceso de mezclado en el área de moldes, conservando la composición de los elementos y añadiendo todo equipo o dispositivo que pueda contribuir con la homogeneidad de la mezcla.

La investigación que se llevó a cabo fue dividida en cuatro fases, cada una de ellas asociadas al cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

Fase I: Describir la situación del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias.

Esta primera fase fue enfocada en la realización de la observación directa, específicamente del área de fabricación de moldes para piezas sanitarias, donde se brindó especial atención en identificar, conocer y estudiar de qué manera es llevado a cabo el proceso de mezclado de yeso y agua. De acuerdo a la información que se obtuvo de la observación, se procedió a realizar un diagrama de flujo de procesos, donde se describió el proceso de manera gráfica. Igualmente, se desarrolló un diagrama de causa y efecto (Ishikawa) con el método de las 5M, donde se expusieron los elementos que se relacionan con el problema planteado en esta investigación.

De igual modo, se observaron los moldes elaborados, producto del proceso de elaboración de la pasta yeso y agua, además de las piezas sanitarias resultantes de esos moldes, para así, verificar y corroborar la presencia de los espacios vacíos que puedan presentar los moldes (porosidad) y las disconformidades asociadas a rajaduras, rotos y hundidos que genera este hecho en las piezas sanitarias en crudo debido a la no homogeneidad de la mezcla.

De manera análoga, se aplicó el instrumento a utilizar (cuestionario cerrado), cuyas respuestas fueron estructuradas de acuerdo con la escala de Likert, para conocer las opiniones del personal seleccionado en relación con el proceso de mezclado. Los resultados obtenidos del cuestionario fueron expresados mediante el uso de las herramientas estadísticas correspondientes. Es importante destacar que este instrumento a utilizar fue diseñado por los autores y validado por expertos, para que el mismo tuviera la validez científica correspondiente.

La descripción de la situación del proceso de mezclado, representado por medio de un diagrama de procesos, un diagrama causa y efecto (Ishikawa), la percepción y

opinión del personal involucrado, y de acuerdo a lo observado tanto en los moldes, como en las piezas sanitarias, sirvieron de base para sustentar y afirmar la necesidad de alcanzar el objetivo general de la investigación.

Fase II: Definir los factores que influyen en el proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias.

En esta fase se procedió a realizar una revisión exhaustiva de la documentación disponible en la organización Vencerámica C.A, tales como: manuales de operaciones, manuales de instalación y manuales de servicios, los cuales permitieron identificar y describir los factores críticos señalados en la bibliografía especializada, que forman parte del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes, lo cuales se consideraron con el fin de poder detectar y analizar cuáles serían los medios y las soluciones más propicias y optimas a proponer en el diseño para el mejoramiento de la mezcla de yeso y agua para el elaborado de los moldes de piezas sanitarias.

Fase III: Desarrollar las especificaciones que permitan el mejoramiento del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias.

Con base en lo expuesto, cumpliendo con el fundamento teórico del método de diseño, en donde al tener definido el problema en el proceso de mezclado, tomando en cuenta los factores, criterios y restricciones presentes, se ideó y se generó las posibles soluciones, descartando las no viables, y al seleccionar la mejor, se desarrollaron las especificaciones de los equipos que fueron incluidos en el diseño a proponer para el mejoramiento de la fabricación de los moldes para piezas sanitarias, mediante la utilización de fichas técnicas, siendo formatos donde se muestran las especificaciones, tanto de los equipos como de sus operaciones, al igual que las funciones que deben cumplir los operarios para la utilización de los mismos, lo cual permitió visualizar de manera clara y precisa la información referente a estos (Castro y Salatino, 2016).

Tabla 3. Formato de ficha técnica para los equipos y elementos que conformarán el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| | | | |
| | | | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| | | | |
| | | COMPONENTES | |
| | | | |
| | | | |
| FUNCIÓN | | | |
| | | | |
| Función del Operador: | | | |
| | | | |

Fase IV: Diseñar la propuesta para el proceso de mezclado del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.

Por último, teniendo ya establecido las especificaciones de los equipos que conformarían y permitirían el mejoramiento del proceso de mezclado, se procedió a la propuesta de diseño del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias, presentando su distribución en planta, con los parámetros requeridos para la caracterización y ubicación de los nuevos equipos, y su representación gráfica en general, y, a su vez, de cada uno de ellos considerados para el diseño, por medio de la utilización de un programa de dibujo asistido por computadora.

De igual manera, se presentó el nuevo diagrama de flujo del proceso de mezclado en base al diseño propuesto, cumpliendo con los requerimientos de producción, tomando en cuenta los procedimientos establecidos por la organización Vencerámica C.A, con el fin de contribuir con la calidad de los moldes.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo, se muestra la información recopilada y detectada en el transcurso de la investigación, en base a la implementación de los instrumentos y/o herramientas de recolección de información aplicados en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias, con el objetivo de identificar y describir el proceso actual del mezclado de yeso y agua, con el fin de diseñar la propuesta a plantear a la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

4.1 Fase I: Descripción de la situación del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias.

En la primera fase de esta investigación, con la participación del coordinador y dos supervisores del área, se estudió, identificó y evaluó el proceso de mezclado de yeso y agua, mezcla utilizada en la fabricación de los moldes, a través de la técnica de observación directa, donde se obtuvo el conocimiento del problema manifestado y planteado, sus causas, consecuencias y resultados que permitieron inferir y determinar los pasos a seguir para la elaboración del diseño propuesto.

La fabricación de sanitarios contempla varios procesos en los cuales se va dando forma a la pieza; dentro de los cuales se encuentra la elaboración de moldes de yeso a través de matrices. La producción y el uso de moldes de yeso en las industrias de cerámica es sencilla, económica, precisa y flexible. La fabricación de moldes, es un proceso en el cual se realizan los moldes de yeso necesarios para la fabricación de sanitarios. Este proceso se encuentra en un área cubierta de $9620 m^2$ y la instalación de los siguientes equipos: secaderos, tornillos sin fin, silos, elevador de cangilones,

bombas hidráulicas y tolvas de alimentación. Por su parte, para la preparación de la mezcla de yeso y agua para la conformación de los moldes para piezas sanitarias se cuenta con un área de fabricación compuesta por la parte de matricería (Figura 1a) y proceso de mezclado (Figura 1b).



Figura 1. Área de fabricación de moldes: a) Matricería. b) Proceso de mezclado, en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

El proceso inicia con la entrada del yeso en un contenedor (Figura 2) compuesto por un ducto para ser descargado y trasladado a un silo determinado mediante un elevador de cangilones (Figura 3), máquina de transporte continuo que se emplea para la manipulación de materiales a granel en sentido vertical compuesta por un órgano de tracción (cadenas) para la elevación del material.



Figura 2. Contenedor para yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.



Figura 3. Elevador de cangilones para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

El yeso al ser elevado por el mecanismo continuo de cangilones, es vaciado al silo para su almacenamiento, por medio de un transportador horizontal de tornillo sin fin (Figura 4), máquina compuesta por un órgano de tracción rígido mediante un espiral, funcionando a través de un motor que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tornillo sin fin de alas helicoidales con el fin de impulsar el yeso, cargándolo por un extremo en su parte superior y descargándolo por la parte inferior del otro extremo hacia el silo (Figura 5).



Figura 4. Transportador horizontal de tornillo sin fin para el yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.



Figura 5. Silo para almacenamiento del yeso para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

El yeso es vaciado en una pequeña tolva de alimentación por medio de otro transportador inclinado de tornillo sin fin (Figura 6a), accionado por un motor, y de igual manera, de forma simultánea, es añadida el agua expulsada por tuberías provenientes de un tanque subterráneo (pozo), sin tener ninguna proporción establecida de la cantidad suministrada en la tolva (Figura 6b), controlada a través de una válvula de globo por los operarios del área de fabricación sin seguir ningún criterio específico. La temperatura actual del agua es de 26 °C.



Figura 6. Expulsión simultánea del yeso y el agua: a) Tornillo inclinado sin fin. b) Tolva de alimentación, para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Una vez formada la mezcla de yeso y agua, se transporta mediante una manguera que se encarga de verter la mezcla en las matrices (Figura 7) para formar los moldes de yeso para piezas sanitarias.



Figura 7. Matriz para la fabricación de moldes para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Es importante resaltar, que el impulso para la descarga del yeso y el flujo del agua por tuberías es por medio de la activación de bombas hidráulicas de desplazamiento positivo (Figura 8) acopladas a un motor reductor, convirtiendo la energía mecánica en energía cinética por medio de la producción de presión y velocidad del fluido. Dichos equipos (bombas hidráulicas, motores, transportador y elevador) son activados por medio de tableros de control eléctrico (Figura 9).

El tablero eléctrico es el gabinete donde se alojan todos los componentes de protección, maniobra, control y conexión eléctrica para el respectivo funcionamiento y accionamiento de cada uno de los equipos del proceso. Esta constituido principalmente por el medidor de consumo y el interruptor, que es un dispositivo que corta la corriente eléctrica una vez que se supera el consumo controlado. Es importante mencionar que el interruptor no tiene funciones de seguridad, solamente se encarga de limitar el nivel del consumo.



Figura 8. Bomba hidráulica para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.



Figura 9. Tableros de control eléctrico para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Finalizado el proceso de mezclado, vaciado la pasta yeso y agua en las matrices, y eliminada la humedad residual durante el proceso de secado, se tienen los moldes (Figura 10) para la fabricación de las piezas sanitarias, con su respectiva tapa de cierre con apertura para el proceso de vaciado (Figura 11). La relación yeso y agua, producto del proceso de mezclado, es la que determina la resistencia mecánica de los moldes, de tal manera, cuando se requiere que la resistencia sea máxima, la relación yeso y agua debe aumentarse tanto como sea posible sin ir en detrimento de la trabajabilidad de la mezcla y de la cantidad mínima de agua necesaria para que se completen las reacciones de hidratación.

Por lo tanto, al no haber homogeneidad de la mezcla de la relación yeso y agua, por la interposición simultánea y no proporcionalidad de dichos componentes en este proceso de mezclado actual en el área de fabricación, la resistencia mecánica de los moldes resultantes se ve afectada, presentando un alto grado de porosidad.

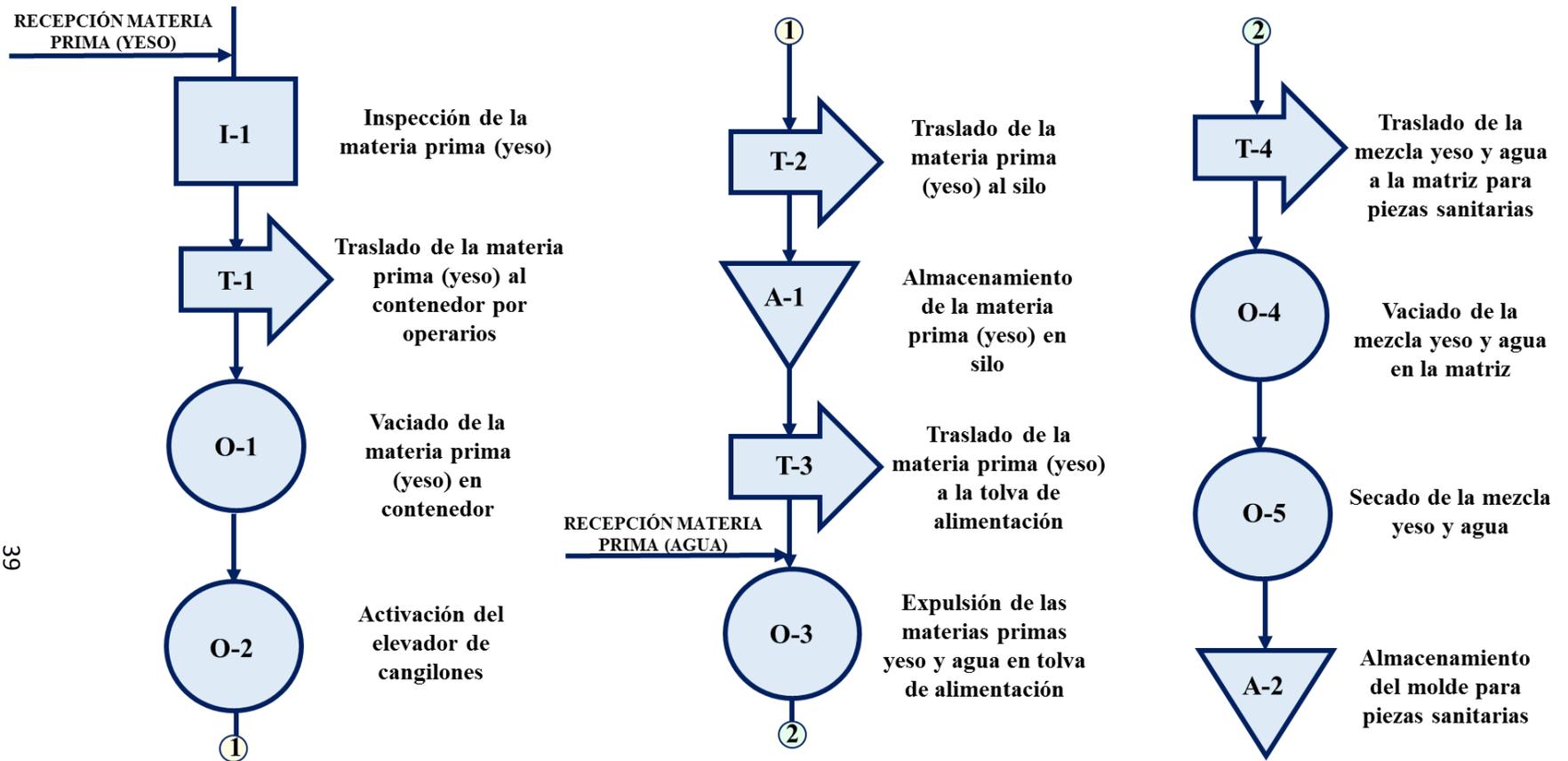


Figura 10. Moldes de pocetas provenientes del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.



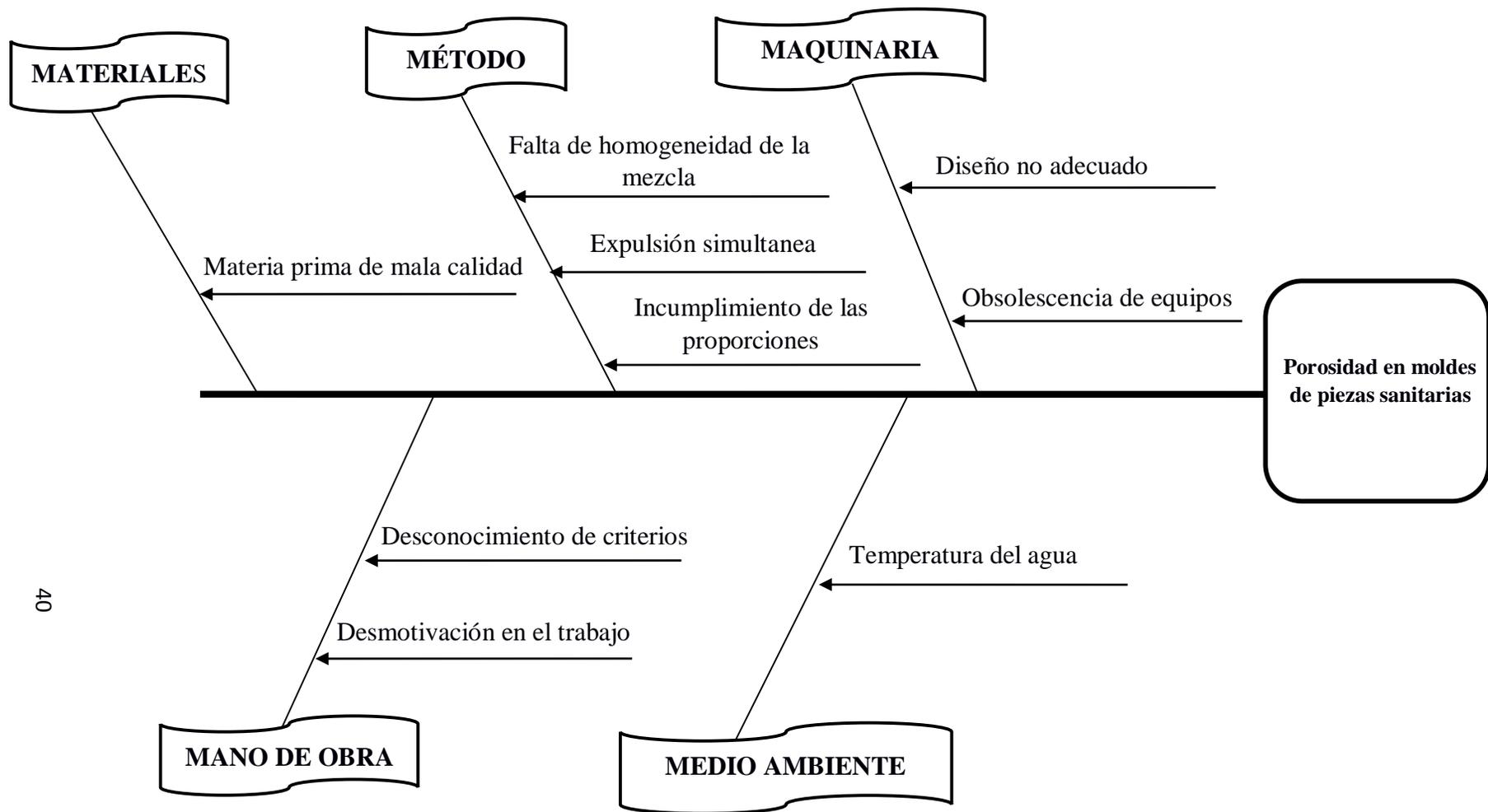
Figura 11. Tapa de cierre de un molde de poceta para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Descrita la situación del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes, obtenida de la observación directa, se elaboró un diagrama de flujo del proceso (Figura 12), en el cual se describió gráficamente cada una de las actividades de la elaboración de la mezcla para el conformado de los moldes, y permitió de igual manera, el desarrollo de la representación de un diagrama de Ishikawa (causa-efecto) con el método de las 5M (Figura 13).



| SIMBOLO | ACTIVIDAD | SIMBOLO | ACTIVIDAD |
|---------|------------|---------|----------------|
| □ | Inspección | → | Transporte |
| ○ | Operación | ▽ | Almacenamiento |

Figura 12. Diagrama de Flujo de Procesos del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A con la simbología ASME.



40

Figura 13. Diagrama de Ishikawa con el método de las 5M, del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Los diagramas mostrados, haciendo uso de la simbología ASME (diagrama de flujo de procesos) y de la metodología de las 5M (Ishikawa): Método, Materiales, Maquinaria, Mano de obra y Medio Ambiente, permitieron visualizar y evaluar el objeto de estudio. El primero, permitió analizar y determinar de manera crítica, la ruta a seguir para implementar el método más práctico y eficaz en el diseño propuesto y el segundo permitió determinar los elementos que intervienen durante el proceso de mezclado cuyo producto final es la inadecuada homogenización de la pasta yeso y agua que inciden como posibles causas en las disconformidades presentes en las piezas sanitarias.

Ambos, aportaron datos significativos para la indagación de la estructura del diseño propuesto, cuyo objetivo fue garantizar la homogeneidad de la mezcla y minimizar los moldes con porosidad, por lo tanto, disminuir las disconformidades de las piezas sanitarias.

Se observaron detalladamente la cantidad de cincuenta (50) moldes y cincuenta (50) piezas sanitarias en crudo resultantes de los moldes, siendo estos partes de la muestra de la investigación, donde se corroboró y presenció efectivamente los espacios vacíos que caracterizaban la estructura o superficie de los moldes (porosidad), y, a su vez, en base a lo visualizado en las piezas crudas, también se logró percatar las distintas disconformidades afirmadas en la problemática, como aberturas largas en la superficie de las piezas, denominadas rajaduras, los quiebres o desprendimiento de material catalogados como rotos, y por último, están las depresiones o socavaciones ocasionadas por presiones dadas en la misma estructura, siendo los llamados hundidos.

Este hecho confirmó la veracidad de la problemática planteada, que explica la no homogeneidad de los elementos yeso y agua debido al inadecuado proceso de mezclado. En la Figura 14 se puede apreciar los moldes observados y en la Figura 15 la porosidad que presenta uno de ellos.



Figura 14. Moldes productos del mezclado de yeso y agua en el área de fabricación en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

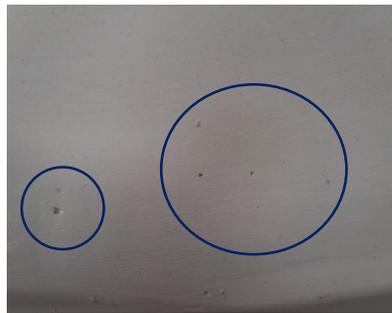


Figura 15. Porosidad en el molde de piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Al momento de examinar los cincuenta (50) moldes, se pudo apreciar que sólo dos de ellos (4%) no presentaban porosidad en su estructura superficial. De igual manera se observaron cincuenta (50) piezas sanitarias crudas (Figura 16), donde se pudo corroborar que presentaban, rajaduras, rotos y hundidos en diversas partes de su estructura. De las piezas examinadas: ocho (8) de ellas presentaban solo rajaduras, once (11) de ellas mostraban solo hundidos, tres (3) de ellas rotos, doce (12) de ellas exteriorizaban los tres, y dieciséis (16) de ellas fueron fabricadas sin presentar estas disconformidades visualmente apreciables. Estos resultados lo podemos apreciar gráficamente en la Figura 17.



Figura 16. Piezas sanitarias en crudo en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

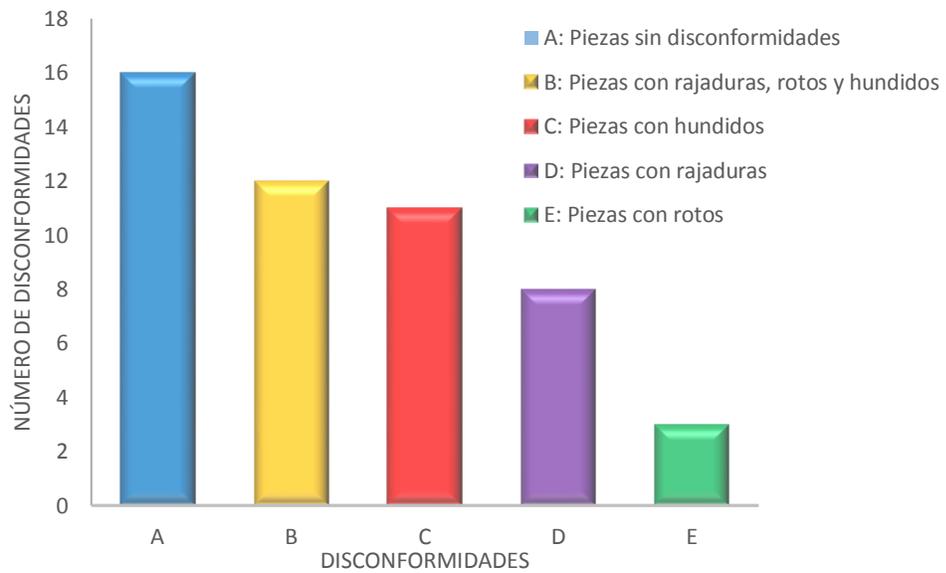


Figura 17. Número de desconformidades en las piezas sanitarias.

En las figuras 18a, 18b y 18c, se aprecian las desconformidades en algunas de las piezas estudiadas producto del inadecuado proceso de mezclado de yeso y agua para la fabricación de moldes.



Figura 18. Disconformidades en piezas sanitarias en crudo: a) Rajadura. b) Hundido. c) Roto, en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

Finalmente, como cierre de esta fase, se aplicó un cuestionario de escala de Likert a la muestra en cuanto al personal seleccionado, con el propósito de conocer la opinión y percepción con respecto al proceso de mezclado del área de fabricación de moldes. El cuestionario fue diseñado de tal manera que los sujetos estudiados podían responder las preguntas con las opciones: completamente (C), suficientemente (S), regularmente (R), insuficientemente (INS) o incompletamente (INC).

De acuerdo a la información recolectada mediante el instrumento, en el ítem 1, se obtuvo como resultado que el 40% de la muestra seleccionada consideró que el proceso de mezclado de agua y yeso cumple insuficientemente con la producción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias. Al mismo tiempo que el 60% opinó que el proceso de mezclado de agua y yeso no cumple en lo absoluto con la producción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias. Con los resultados obtenidos, se considera que es necesario realizar cambios dentro del proceso de mezclado de agua y yeso, para que de esta manera se produzca adecuadamente la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias.

En el ítem 2, el 70% opinaron que el espacio donde se lleva a cabo el proceso de mezclado es completamente propicio. El 30% consideró que el espacio es lo

suficientemente propicio. Estos resultados señalan que el espacio donde se realiza el proceso de mezclado es adecuado, por lo tanto, no es necesario reubicar el proceso en otra área de la compañía Vencerámica C.A. En el caso del ítem 3, el 80% seleccionada consideró que se cumplen insuficientemente con las normas del manual de procedimientos del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.

La muestra seleccionada en su totalidad opinó en el ítem 4 que se debe modernizar los equipos que componen el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para garantizar la homogenización y proporción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias. Con este resultado, se considera absolutamente necesario el remplazo de los equipos que forman parte del proceso de mezclado. Para el ítem 5, el 80% consideró que las piezas sanitarias presentan disconformidades en el proceso de vaciado y en su presentación final debido al proceso de mezclado para el conformado de los moldes.

En el ítem 6, el 80% opinó que las condiciones de trabajo son lo suficientemente adecuadas para el desarrollo del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias, y en el ítem 7, el 64% consideró que se encuentran desperdicios de la mezcla yeso y agua durante el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias. Se podría indagar que las apariciones de estos desperdicios en el área de fabricación de moldes estén relacionadas con el diseño del proceso.

Por último, en el ítem 8, El 90%, considera que es completamente necesario mejorar el diseño del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para contribuir con la calidad de las piezas sanitarias. Con este resultado, se considera necesario realizar mejoras del diseño actual. Estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del cuestionario de escala de Likert aplicado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A.

| Pregunta/ Ítem | C | S | R | INS | INC |
|---|-------|------|------|------|------|
| ¿El proceso de mezclado de agua y yeso está cumpliendo adecuadamente con la producción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias? | - | - | - | 40 % | 60 % |
| ¿El proceso de mezclado cuenta con un espacio propicio para el desarrollo de la fabricación de moldes de piezas sanitarias? | 70 % | 30 % | - | - | - |
| ¿Se cumple con las normas del manual de procedimientos del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | - | - | 10 % | 80 % | 10 % |
| ¿Se debe modernizar los equipos que componen el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para garantizar la homogenización y proporción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias? | 100 % | - | - | - | - |
| ¿Las piezas sanitarias presentan disconformidades en el proceso de vaciado y en su presentación final debido al proceso de mezclado para el conformado de los moldes? | 80 % | 20 % | - | - | - |
| ¿Las condiciones de trabajo son las adecuadas para el desarrollo del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | - | 80 % | 20 % | - | - |
| ¿Se encuentran desperdicios de la mezcla yeso y agua durante el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | 64 % | 27 % | 9 % | - | - |
| ¿Se deberá mejorar el diseño del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para contribuir con la calidad de las piezas sanitarias? | 90 % | 10 % | - | - | - |

4.2 Fase II: Definición de los factores que influyen en el proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.

Con el fin de definir los factores que influyen en el proceso de mezclado, se recurrió a la Gerencia de Laboratorio Técnico, donde se ubicó el manual de procedimiento para el proceso de mezclado de yeso y agua. Este manual indica que para la fabricación de la pasta es necesario que se respete una secuencia de pasos:

1. Caída del agua en la tolva.
2. Caída del yeso en la tolva.
3. Reposo. Este reposo debe durar cinco minutos y es necesario para que ocurra un proceso de humectación entre el yeso y el agua antes de ser mezclados.

4. Agitación. La agitación debe durar siete minutos y es el proceso requerido para que exista la homogenización de la mezcla.

En la fase anterior, donde se hizo la descripción de la situación del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de moldes de piezas sanitarias, se pudo corroborar que esta secuencia de pasos no es tomada en cuenta. El yeso y el agua son vaciados de manera simultánea en una tolva pequeña. De igual manera, no se realiza el reposo ni la agitación de la mezcla, debido a que de la tolva pequeña pasa directamente a la manguera que los operarios utilizan para el vaciado de las matrices.

En el manual de especificaciones de mezclas, se consiguió información referente a las proporciones que debe tener el yeso y el agua para que la mezcla utilizada en la fabricación de pasta para moldes cumpla con los requerimientos necesarios. La pasta utilizada para la fabricación de moldes de piezas sanitarias debe estar compuesta por un 40% de agua y un 60% de yeso. Igualmente, dentro del manual, se hace énfasis en que el agua utilizada en la mezcla debe tener una temperatura de 18°C para que no ocurra el endurecimiento rápido (fraguado) de la mezcla. Una vez vertido la mezcla en la matriz, el tiempo considerable para el fraguado es entre 15 y 35 minutos, como bien lo establece la Norma COVENIN 3640: 2000, para la construcción y moldeo de yeso.

De acuerdo a la información que se obtuvo de los manuales, se consideró importante tomar en cuenta los factores asociados al proceso de mezclado, tales como: cantidad de yeso, cantidad de agua, temperatura del agua, tiempo de reposo de la mezcla y el tiempo de agitación de la mezcla (Figura 19).

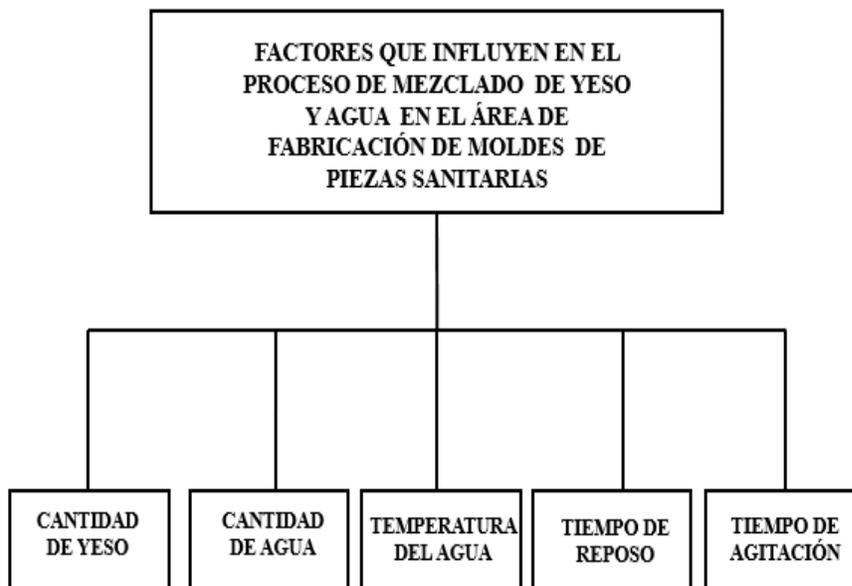


Figura 19. Factores que influyen en el proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

4.3 Fase III: Desarrollo de las especificaciones que permiten el mejoramiento del proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.

La descripción de los elementos que conforman el nuevo proceso de mezclado para la fabricación de moldes, se mostraron mediante fichas técnicas para visualizar y precisar, de forma clara y concisa, todas las especificaciones e información referente a los nuevos equipos, cumpliendo con el fundamento teórico del método de diseño.

Las etapas básicas de la metodología de diseño fueron, en primer lugar, la identificación del problema, que al observar y definir el inadecuado proceso de mezclado que no garantiza la homogeneidad de la mezcla de yeso y agua, se tuvo que identificar la necesidad y la función que deben tener los nuevos elementos a proponer, con la capacidad de ofrecer y satisfacer los requerimientos solicitados para el éxito de

la investigación, partiendo consecutivamente de la acumulación de ideas preliminares de tantas como sea posible, para abarcar variedad desde adaptaciones de ideas anteriores hasta ideas completamente nuevas.

Luego se inició la etapa de perfeccionamiento, siendo la evaluación de las ideas preliminares y se centró con base en el análisis de limitaciones detectadas, desarrollando todo tipo de esquemas, bosquejos y notas, con el propósito de obtener varias soluciones razonables del problema. El análisis implicó el repaso y evaluación de la factibilidad de los nuevos equipos, en cuanto se refiere a factores humanos, apariencia comercial, resistencia, operación, ergonomía y cantidades físicas dirigidos a satisfacer los requisitos del proceso para el nuevo diseño propuesto. Posteriormente, se tomó la decisión, siendo la etapa en la cual las ideas del proyecto deben aceptarse o rechazarse, en todo o en parte. La decisión tomada, de los elementos propuestos, se determinó y efectuó mediante experiencia técnica e información real.

Por último, se procedió a realizar las fichas técnicas de las especificaciones finales de los equipos para el diseño, tomando en cuenta todos los detalles en cuanto a fabricación, métodos de ensamblaje, materiales utilizados y otras especificaciones. Basado en lo antes mencionado, las fichas técnicas abarcan las características esenciales del elemento, siendo las generales, a lo que se refiere en dimensiones, y las técnicas que detallan dichas especificaciones. De igual manera, presentan los componentes de los elementos, su función y el papel del operario para su uso y control del proceso de mezclado de yeso y agua.

La lista a continuación muestra los elementos especificados en las fichas técnicas (ver anexos), utilizados para el diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.

Tabla 5. Lista de elementos para del nuevo proceso de mezclado del área de fabricación en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

| LISTA DE ELEMENTOS | |
|---|--|
| 1) Paleta Industrial de madera | 11) Chiller de enfriador de aire |
| 2) Mesa Metálica | 12) Válvula de cierre |
| 3) Elevador para sacos | 13) Bomba de agua |
| 4) Transportador de tornillo sin fin con tolva | 14) Mezclador |
| 5) Motor reductor | 15) Mesa para pistola de riego vibratorio |
| 6) Silo de almacenamiento | 16) Tolva redonda |
| 7) Rompebovedas dosificador | 17) Conector para manguera |
| 8) Dosificador de líquidos | 18) Rollo de manguera |
| 9) Conector de tubo 90 grados | 19) Pistola de riego vibratorio |
| | 20) Controlador lógico programable (PLC) |
| 10) Tubos rígidos de PVC | 21) Tablero de distribución eléctrica |

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

La propuesta de investigación se basó en proponer un diseño del nuevo proceso de mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en la organización Vencerámica C.A, con el objetivo de mejorar la fabricación de los moldes y contribuir con la calidad de ese modulo del proceso productivo.

5.1 PRESENTACIÓN

Esta propuesta ha sido diseñada para garantizar con precisión y de forma semi-automatizada, la correcta homogenización y proporción de la mezcla yeso y agua, con la finalidad de evitar la presencia de los altos grados de porosidad en los moldes y las disconformidades asociadas a rajaduras, rotos y hundidos en las piezas sanitarias, producto del inadecuado proceso de mezclado del área de fabricación de moldes.

5.2 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El desarrollo del nuevo proceso de mezclado de yeso y agua para la producción de moldes de piezas sanitarias, se basa en la modernización y ubicación de nuevos equipos en el área de fabricación, que cumplan con la funcionalidad y elaboración correcta de la pasta yeso y agua para el conformado de los moldes, a partir de las especificaciones ya establecidas, para garantizar la correcta homogeneidad y proporcionalidad de los elementos que lo componen, y por ende, de los factores que influyen en el proceso.

Una vez definido los requerimientos y elementos del proceso, se procedió a identificar la distribución física del espacio, en donde se diseñó el nuevo proceso de mezclado de yeso y agua; esto se realizó por medio de la presentación de su distribución en planta, con los parámetros requeridos, en donde se plasmó los espacios destinados a la colocación de los elementos y los arreglos que conforman el área, representando sus dimensiones, su instalación de aire comprimido y de electricidad, y su distribución en general en 2D con la ubicación de todos los elementos que constituyen la instalación del área de fabricación de moldes para el proceso de mezclado, tal como se muestran en las Figuras 20, 21, 22 y 23, con la lista de la indicación de los equipos (Tabla 6).

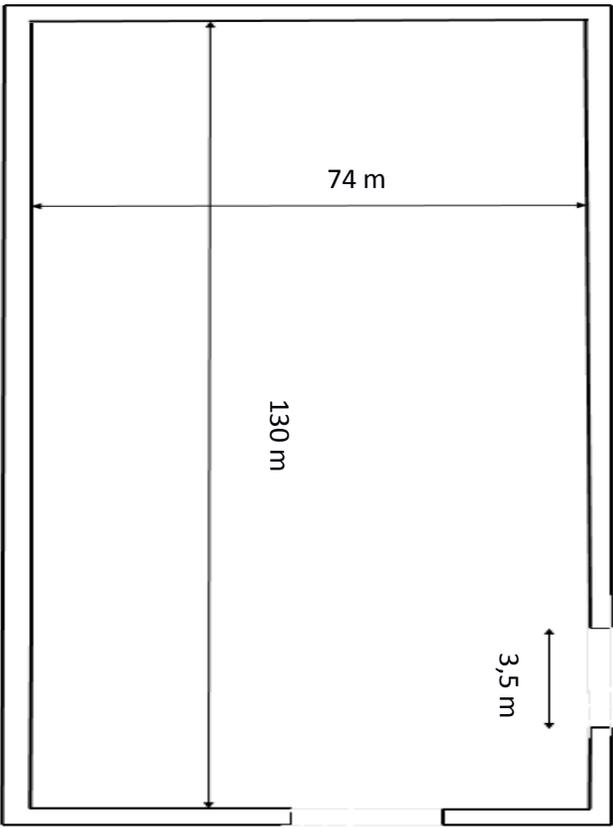


Figura 20. Dimensiones del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

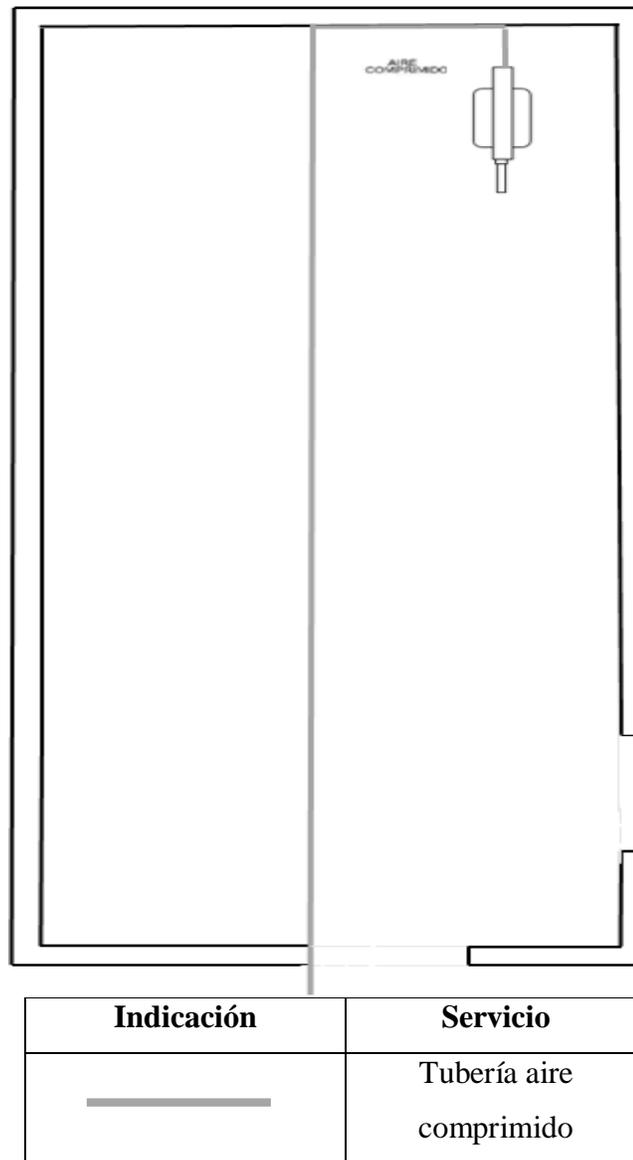
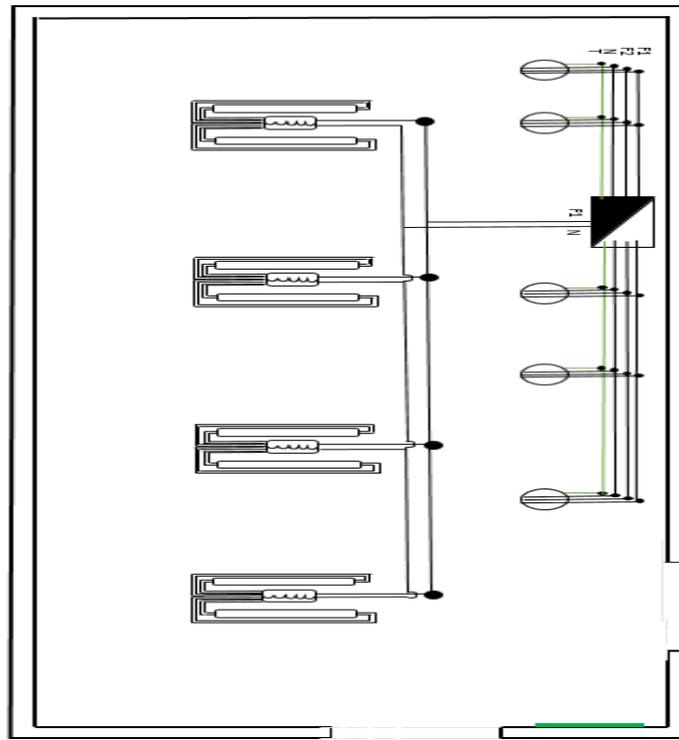


Figura 21. Instalaciones de aire comprimido del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A



| Indicación | Servicio | Indicación | Servicio |
|---|-----------------------------------|------------|----------|
|  | Tablero de distribución eléctrica | F1 | Fase 1 |
|  | Toma eléctrica trifásica | F2 | Fase 2 |
|  | Tubo fluorescente | N | Neutro |
|  | Balastro | T | Tierra |
|  | Señalización de vía de escape | | |

Figura 22. Instalación de electricidad del área de fabricación de moldes de piezas sanitarias en 2D para el proceso de mezclado en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

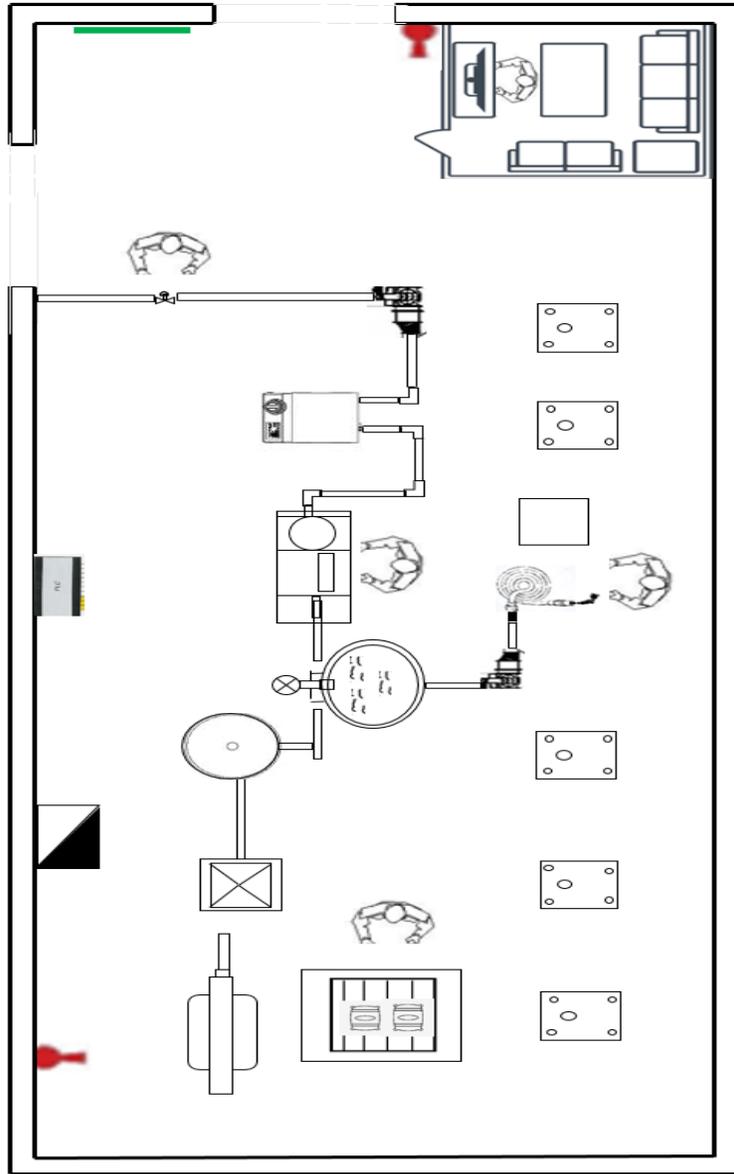
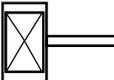
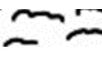


Figura 23. Distribución en planta del nuevo proceso de mezclado en 2D en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Tabla 6. Lista de indicación de los equipos del área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

| Indicación/ Elementos | Indicación/ Elementos | Indicación/ Elementos |
|---|---|--|
|  Mesa para sacos |  Conector tubería 90 grados |  Matriz |
|  Sacos de yeso |  Chiller Industrial |  Mueble de oficina |
|  Elevador para sacos de yeso |  Bomba de agua |  Mesa de oficina |
|  Transportador de tornillo sin fin con tolva |  Válvula de cierre |  Ordenador |
|  Silo de almacenamiento |  Mesa para pistola |  Operario |
|  Rompebovedas dosificador |  Conector manguera |  Mezcla yeso y agua |
|  Tolva Redonda |  Rollo manguera |  Señalización vía de escape |
|  Mezclador |  Pistola de riego vibratorio |  Extintor |
|  Dosificador de líquidos |  PLC |  Paleta |
|  Tubo PVC |  Tablero de distribución eléctrica | |

El nuevo proceso de mezclado de yeso y agua para la fabricación de los moldes de piezas sanitarias es descrito de la siguiente manera, presentando cada uno de los equipos propuestos para el diseño en 3D, elaborados por medio del dibujo asistido por computadora:

El proceso de mezclado inicia en la colocación de la materia prima (sacos de yeso requeridos de 20 kg), trasladados a través de montacargas en paletas industriales (Figura 24), las cuales son dispuestas en una mesa para el respectivo soporte de los mismos (Figura 25). El operario cumple la acción de llevar y ajustar el saco a utilizar con un elevador en ejecución a columna (Figura 26), cuyo manejo es extremadamente suave y rápido, utilizando una boca de succión para elevar, descender y soltar la carga, así como usar el vacío para sostener y elevar la carga, equipado de una base auto estable para desplazamientos con una caretila elevadora, que permite un veloz desplazamiento a diferentes puestos de trabajo, accionado por aire comprimido. Con la utilización de este elevador, el operario evita el esfuerzo físico de esta carga pesada, contribuyendo con su ergonomía, pudiendo trasladar el saco de yeso de forma rápida, segura y práctica.

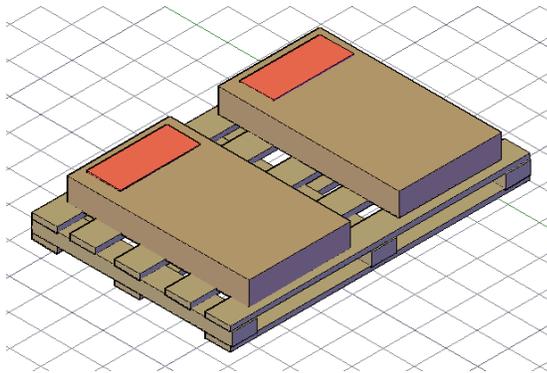


Figura 24. Paleta industrial con sacos de yeso simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

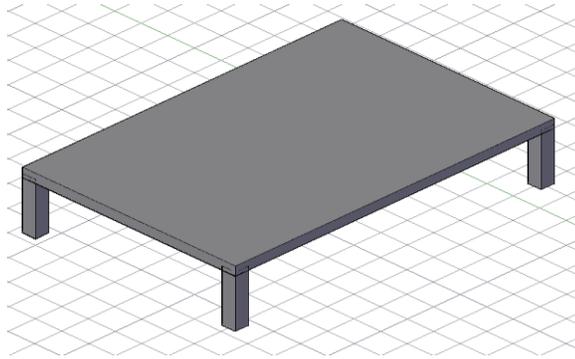


Figura 25. Mesa para soporte de paletas simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

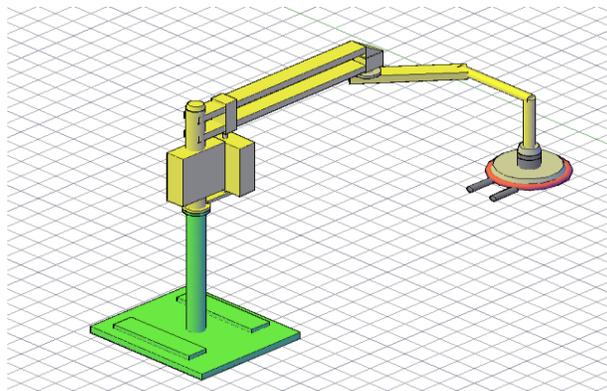


Figura 26. Elevador para sacos simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Posteriormente, el saco es trasladado por el elevador hacia el transportador de tornillo sin fin con tolva (Figura 27), en donde el operario abrirá el saco para la descarga de yeso encima de la tolva. Este transportador se pone en funcionamiento a través de un sistema motor (Figura 28) que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tornillo sin fin de alas helicoidales, engranado con una rueda dentada, con la que forma un mecanismo que permite una gran reducción de velocidades, cumpliendo la

función de transportar el yeso desde su parte inferior hacia su parte superior del otro extremo. El yeso es descargado en un silo de almacenamiento (Figura 29) por el transportador.

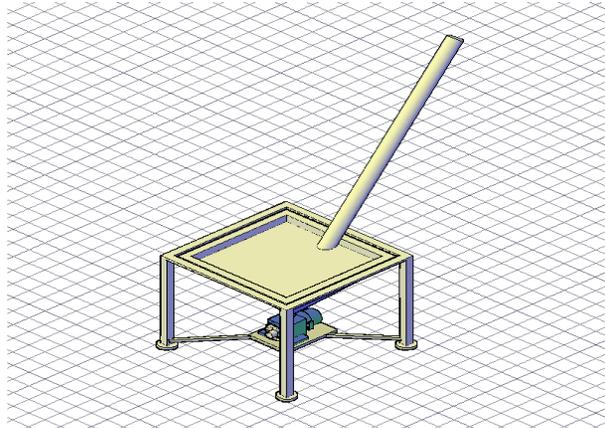


Figura 27. Transportador de tornillo sin fin con tolva simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

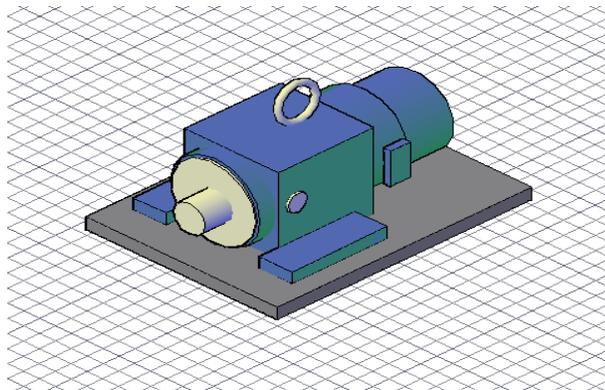


Figura 28. Motor reductor simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

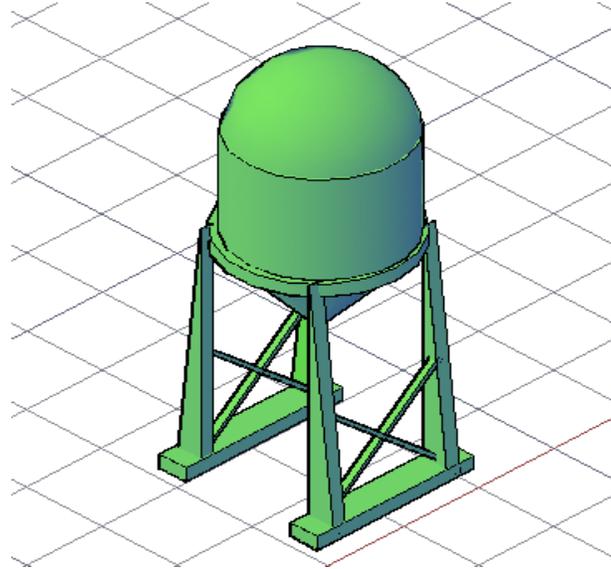


Figura 29. Silo de almacenamiento simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Una vez ya almacenado el yeso en el silo, dicho material será descargado mediante un rompebóvedas dosificador (Figura 30), siendo un extractor – dosificador mecánico para todo tipo de pulverulentos, instalado bajo el fondo cónico del silo, en donde está formado por una turbina acoplada a un motor reductor, que rota en el cono del silo, y a su vez, un conjunto de alabes flexibles que impiden la formación de bóvedas y asegura una descarga regular del yeso, y sus brazos rígidos permiten el llenado del tornillo sin fin para su traslado, obteniendo la dosificación precisa del yeso que se requiere para el proceso.

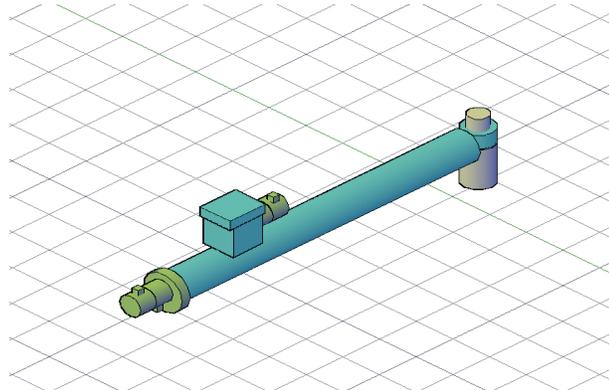


Figura 30. Rompebovedas dosificador simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Por el otro extremo, se encuentra un dosificador de líquidos (Figura 31), un equipo de gran versatilidad para dosificar con precisión y de forma rápida todo tipo de líquidos, en este caso, el agua, formado por una tolva de 50 litros, una válvula de apertura/cierre de accionamiento neumático la cual permite la salida o no del agua y una báscula de pesaje. El agua se transporta desde la tolva a la válvula de salida por unos conductos de 1" de diámetro. El transporte del agua se realiza mediante una bomba helicoidal, y contiene un mini sensor para detectar nivel bajo del agua en la tolva y una válvula de seguridad en caso de atasco durante la salida, retornando el agua nuevamente a la tolva y un tablero de control para programar la proporción de agua que se requiere para la formación de la pasta.

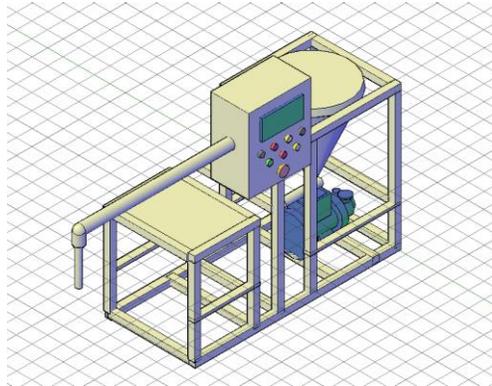


Figura 31. Dosificador de líquidos simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

El agua descargada en la tolva que contiene el dosificador de líquidos, proviene de un chiller industrial de enfriador de aire (Figura 32), siendo un refrigerador de líquidos compuesto de ventiladores con un sistema de expansión directa, en donde el flujo másico del refrigerante suministrado al evaporador (intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo), está limitado a la cantidad que pueda evaporarse completamente en su recorrido hasta el extremo final del evaporador, con la función de enfriar el agua para que alcance la temperatura requerida (18 °C) para la preparación de la pasta.

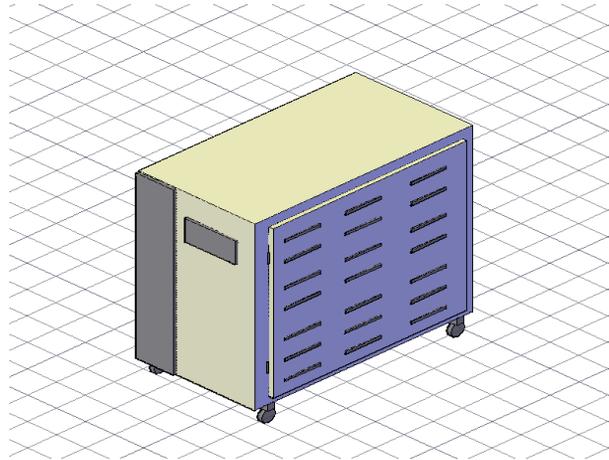


Figura 32. Chiller industrial de enfriador de aire simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Es importante destacar que el flujo de agua se da por medio de tuberías PVC (Figura 33) con conectores de 90° grados (Figura 34), proveniente de un tanque subterráneo localizado en el área de fabricación, donde su apertura y suspensión es controlada por medio de una válvula de cierre (Figura 35), y dicho flujo es impulsado por una bomba de agua (Figura 36) que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido.

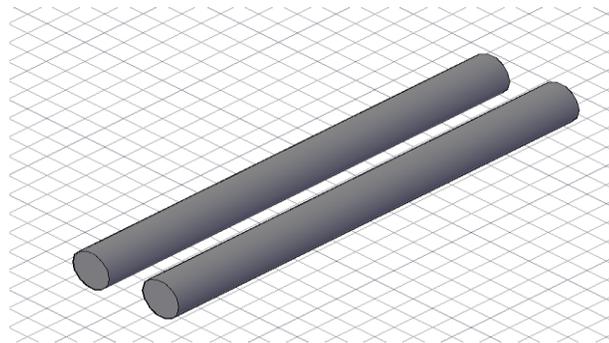


Figura 33. Tuberías de PVC simuladas en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

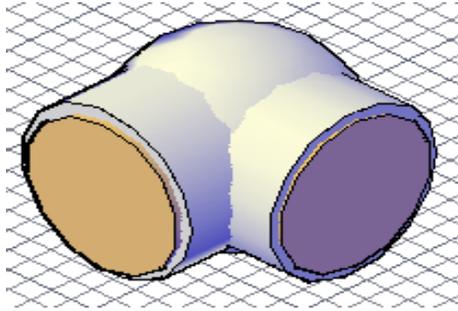


Figura 34. Conectores de tubería simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

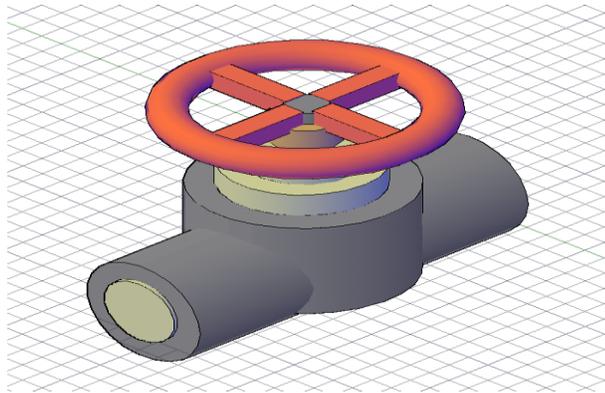


Figura 35. Válvula de cierre simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

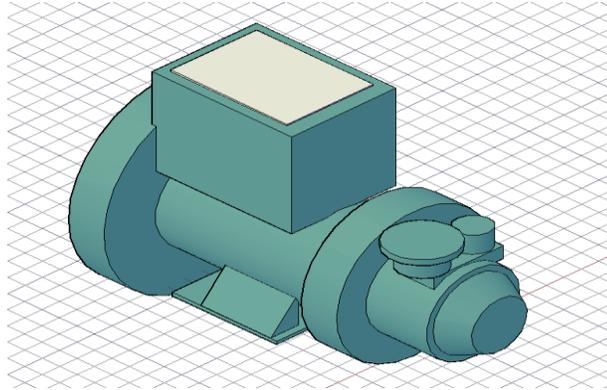


Figura 36. Bomba de agua simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Para la formación de la mezcla, en la parte media entre la salida de descarga del rompebovedas dosificador y la salida del conector de tubería PVC proveniente del dosificador de líquidos, se ubica en la parte inferior una tolva redonda (Figura 37) donde se almacenará cada componente, y se efectuará la mezcla. Primero caerá en la tolva la cantidad de agua requerida, luego la cantidad de yeso dosificado, para ser homogenizado por un mezclador vertical (Figura 38) que cumplirá la agitación y la interposición entre el yeso y agua por medio de hélices giratorias, para así dar resultado a la pasta con la que se elabora los moldes. Se debe cumplir el tiempo de reposo de cinco (5) minutos una vez interpuestos el yeso y el agua para luego proceder a su agitación.

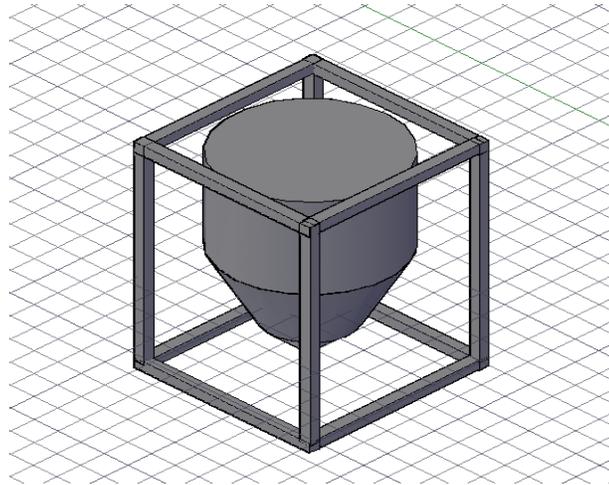


Figura 37. Tolva redonda simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

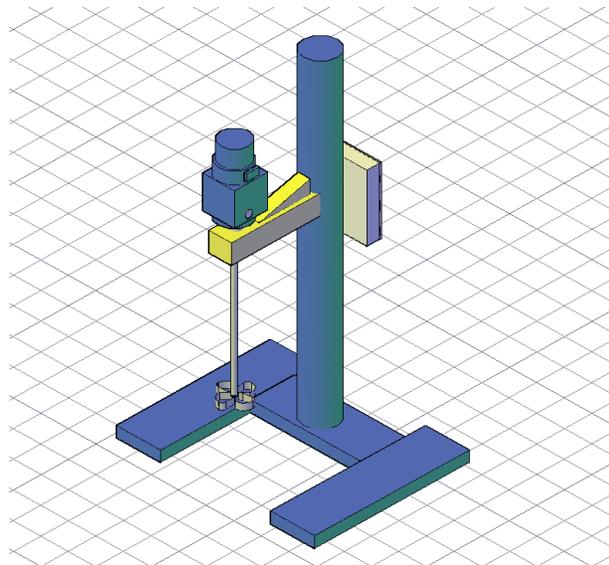


Figura 38. Mezclador vertical simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

La pasta ya formada, es transportada por tuberías PVC, desde la tolva, unido por un conector (Figura 39), hasta la manguera surtidora con longitud de 15 m que permitirá su desplazamiento hasta la ubicación de las matrices dentro del área de fabricación (Figura 40) y ser expulsada por una pistola de riego vibratorio (Figura 41). Esta pistola tendrá la función de verter la mezcla en las respectivas matrices que se encuentran en el área de fabricación, siendo seis (6), y su acción vibratoria permitirá el compactamiento de la mezcla en las paredes de la matriz para la conformación del molde de la pieza sanitaria. Las matrices utilizadas para la fabricación de los moldes, serán de acuerdo a la pieza sanitaria que se elaboren en el momento, sea poceta, lavamanos, tanque o pedestal. Finalizado el proceso de mezclado y llenado de las matrices, dichos moldes formados pasan al proceso de secado, y son almacenados.

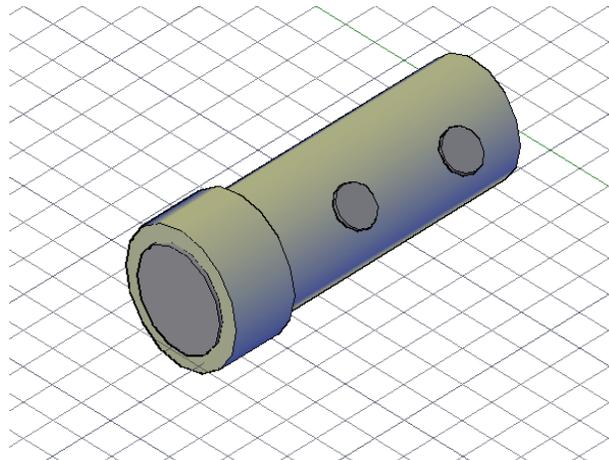


Figura 39. Conector para manguera simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A



Figura 40. Rollo de manguera simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

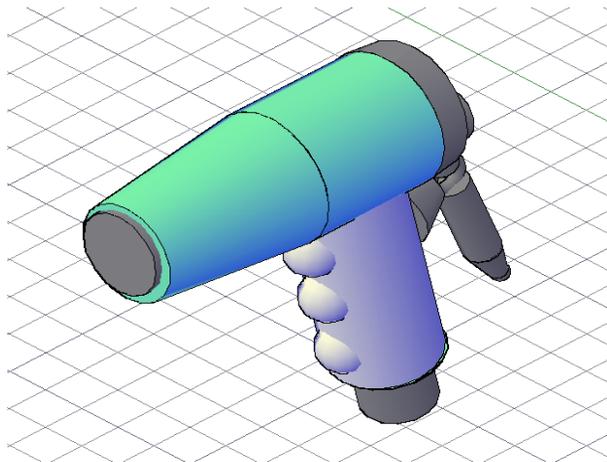


Figura 41. Pistola de riego industrial vibratorio simulada en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

De igual manera, el área de fabricación de moldes dispondrá de un tablero de distribución eléctrica (Figura 42) para la activación y corte del suministro eléctrico y

protección a cada uno los equipos y maquinarias que conforman el proceso de mezclado.

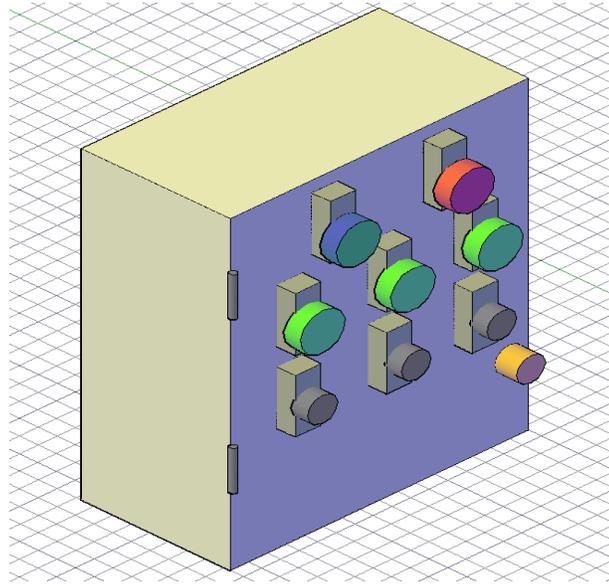


Figura 42. Tablero de distribución eléctrica simulado 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

Se dispondrá de un controlador lógico programable (PLC), equipo o instrumento electrónico que utiliza una memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control, mediante módulos de entrada/salida analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos, por lo tanto, este PLC (Figura 43) tendrá la función de controlar y activar el accionamiento y funcionamiento del rompevotas dosificador, programar la cantidad necesaria de yeso, y del mezclador, para la activación y control del tiempo de agitación requerido en el proceso, siete (7) minutos, a través de la transmisión de señales binarias y digitales hacia sus interruptores y/o sensores. El PLC será monitoreado por un ordenador instalado en un espacio protegido dentro del área de fabricación de moldes.

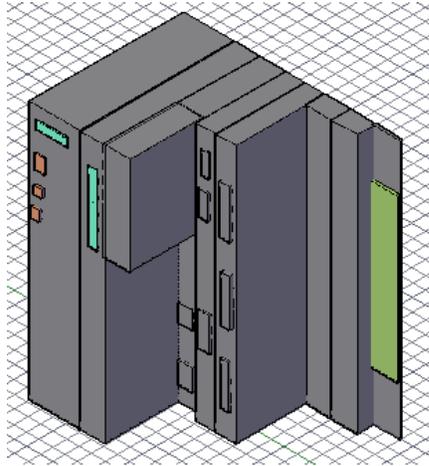


Figura 43. Controlador lógico programable (PLC) simulado en 3D del diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A

5.3 OBJETIVO DE LA PROPUESTA

El diseño de un nuevo proceso de mezclado para yeso y agua en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias, representado por medio de planos y diseños elaborados por la utilización de la herramienta AUTOCAD (dibujo asistido por computadora), para la organización Vencerámica C.A

5.4 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA

Técnica: La propuesta es viable técnicamente por los conocimientos teóricos y prácticos que poseen el personal involucrado en el área, para el entendimiento de la misma. Además, cuentan con ayuda técnica por parte de la organización en caso de así solicitarlo.

Legal: La propuesta no interfiere con el cumplimiento legal de ninguna norma o ley, por parte de la organización donde se implantará.

Económica: la aplicación de la propuesta representaría un aporte de capital significativo para la organización, sin embargo, este sería justificado mediante la mejora de la calidad del proceso de mezclado.

Ambiental: La propuesta no representa consecuencias relevantes al ambiente.

Social: el desarrollo de esta propuesta no interviene con las labores del personal dentro de la planta ni en la comunidad cercana a la misma.

5.5 ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA

En lo que respecta a la aplicación, ejecución y control de la presente propuesta, queda bajo la responsabilidad directiva del departamento de moldes, y a su vez, de la alta directiva de la organización Vencerámica C.A. En este sentido, la propuesta de diseño se puede apreciar en diferentes enfoques en las Figuras 44, 45, 46 y 47, en su simulación 3D. De igual forma, en la Figura 48 también se puede apreciar el diagrama de flujo del nuevo proceso de mezclado.

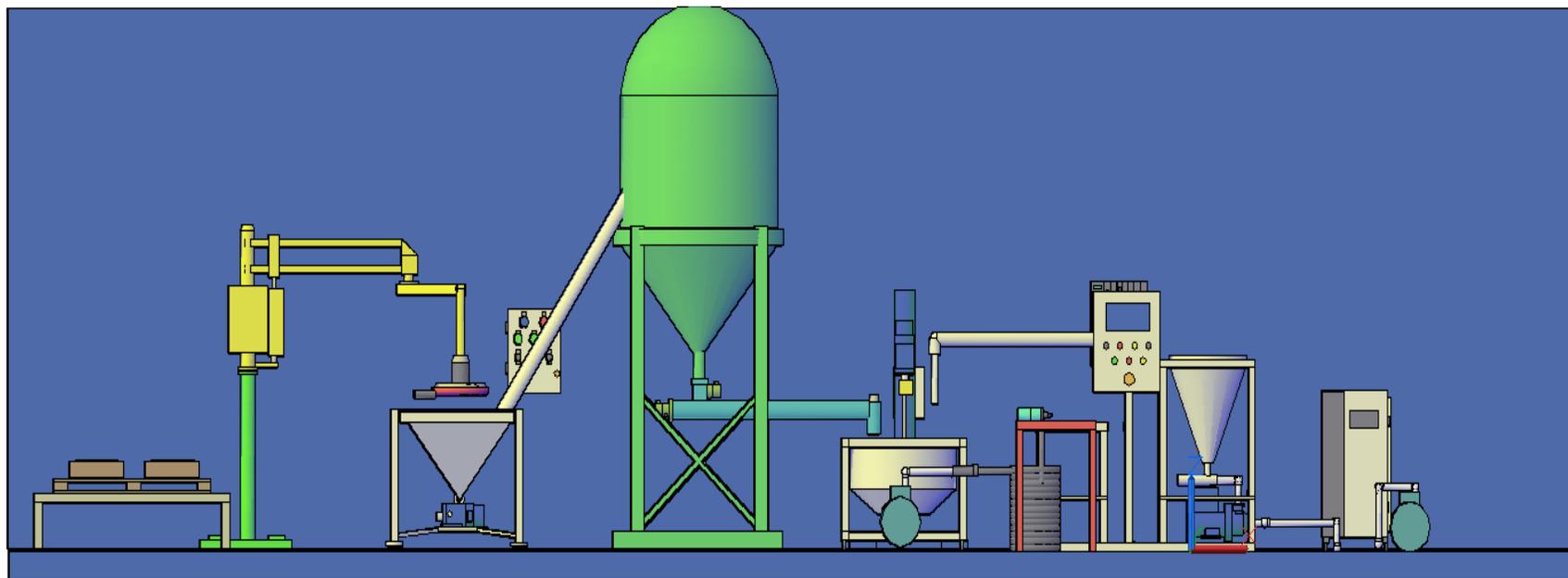


Figura 44. Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 1.

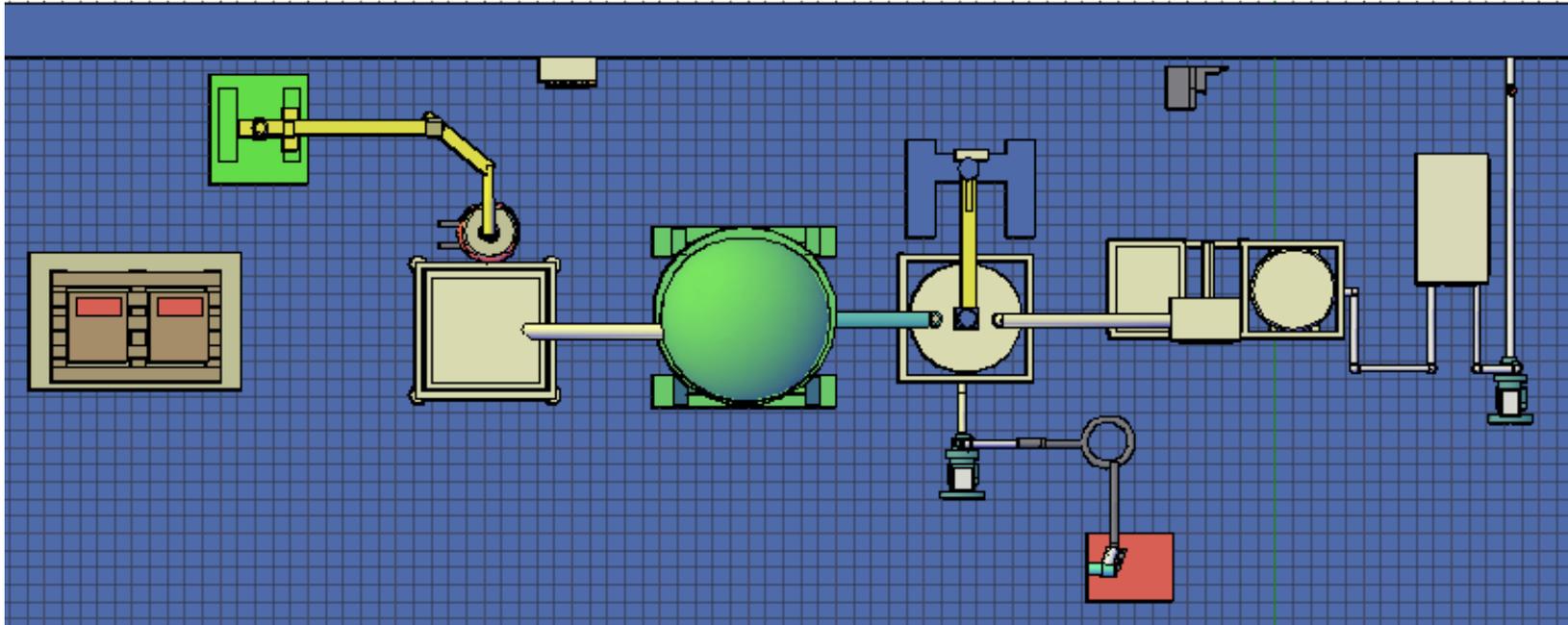


Figura 45. Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 2.

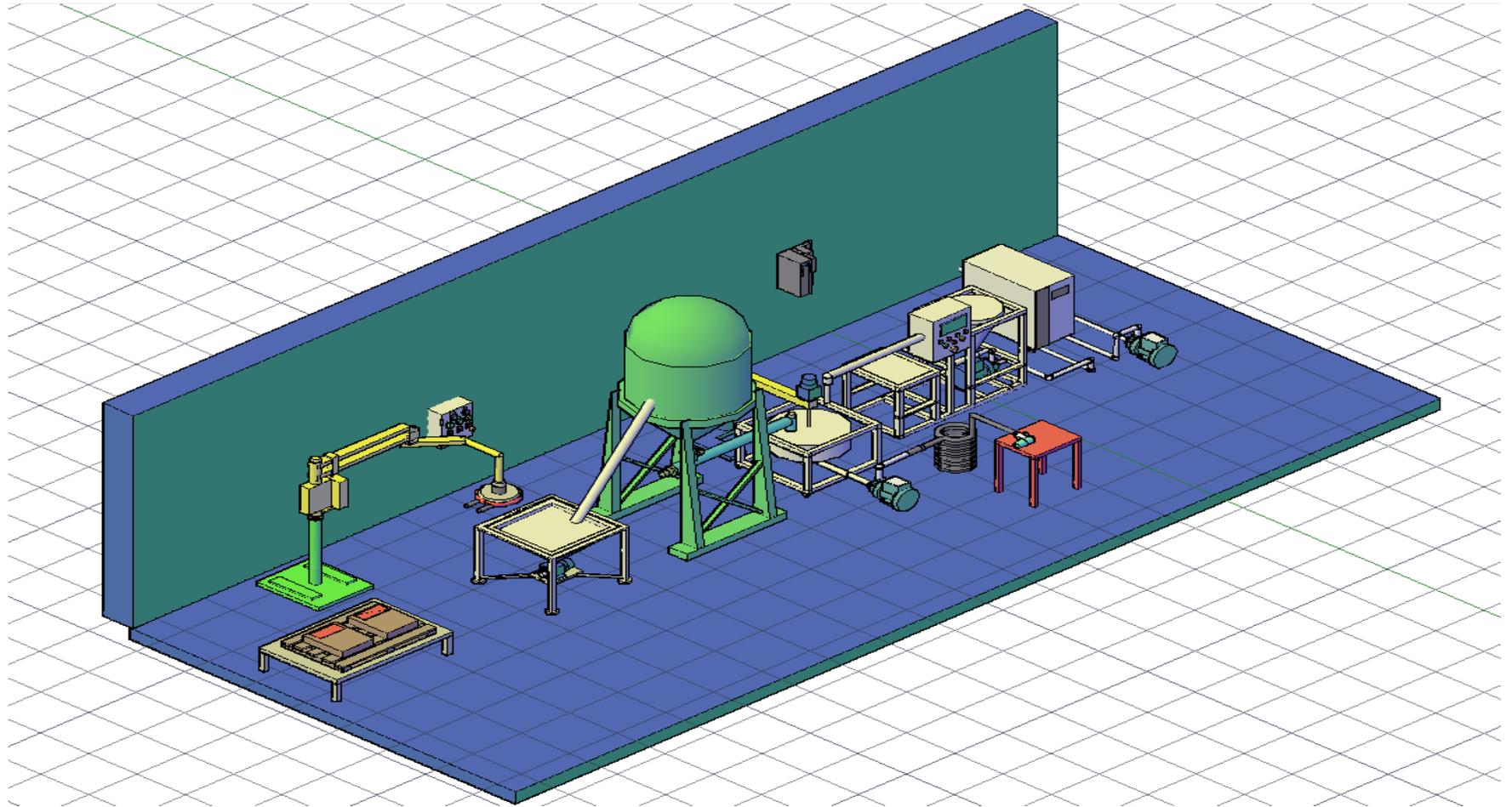


Figura 46. Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 3.

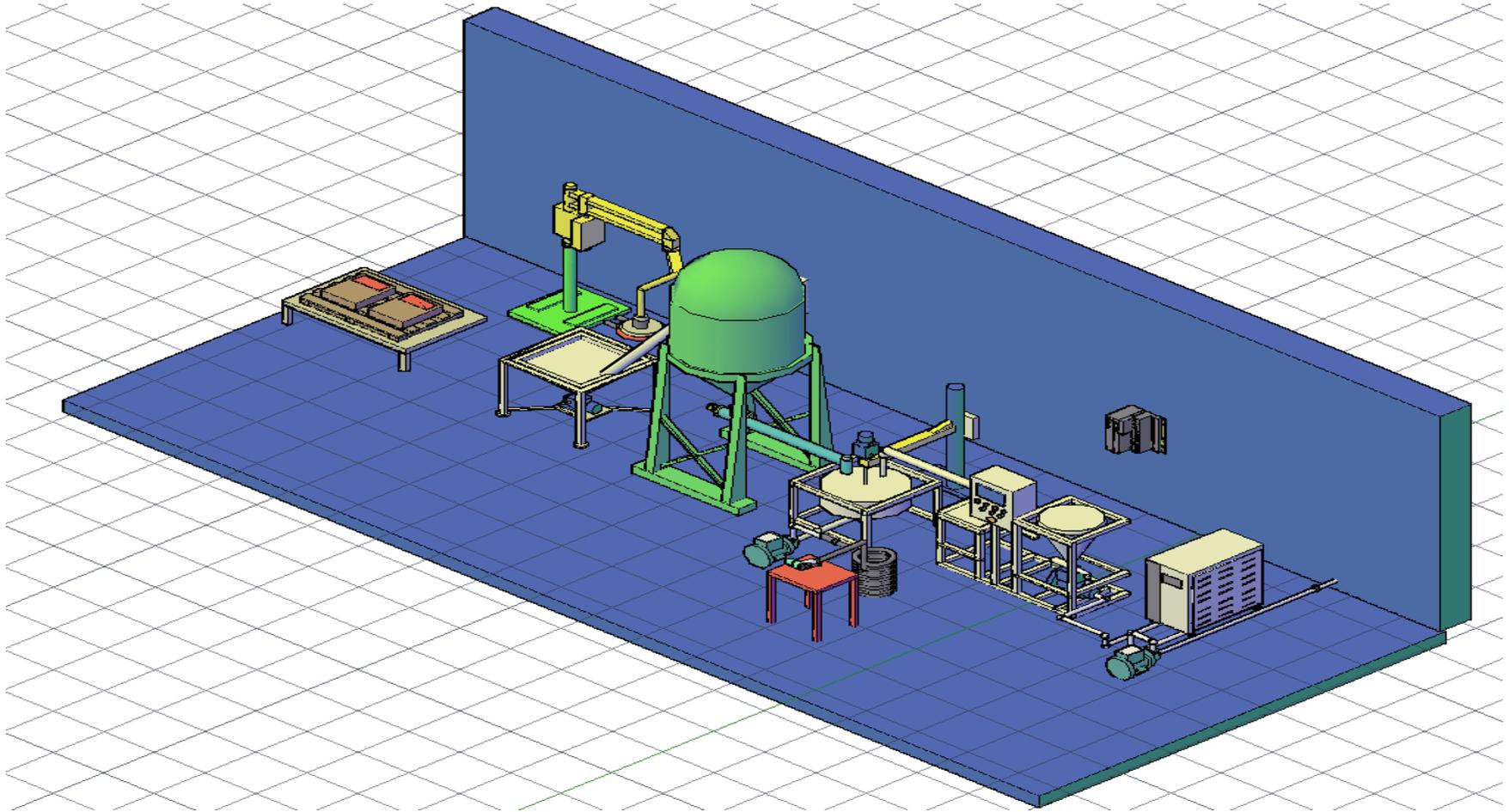


Figura 47. Nuevo proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes simulado en 3D en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A Enfoque 4.

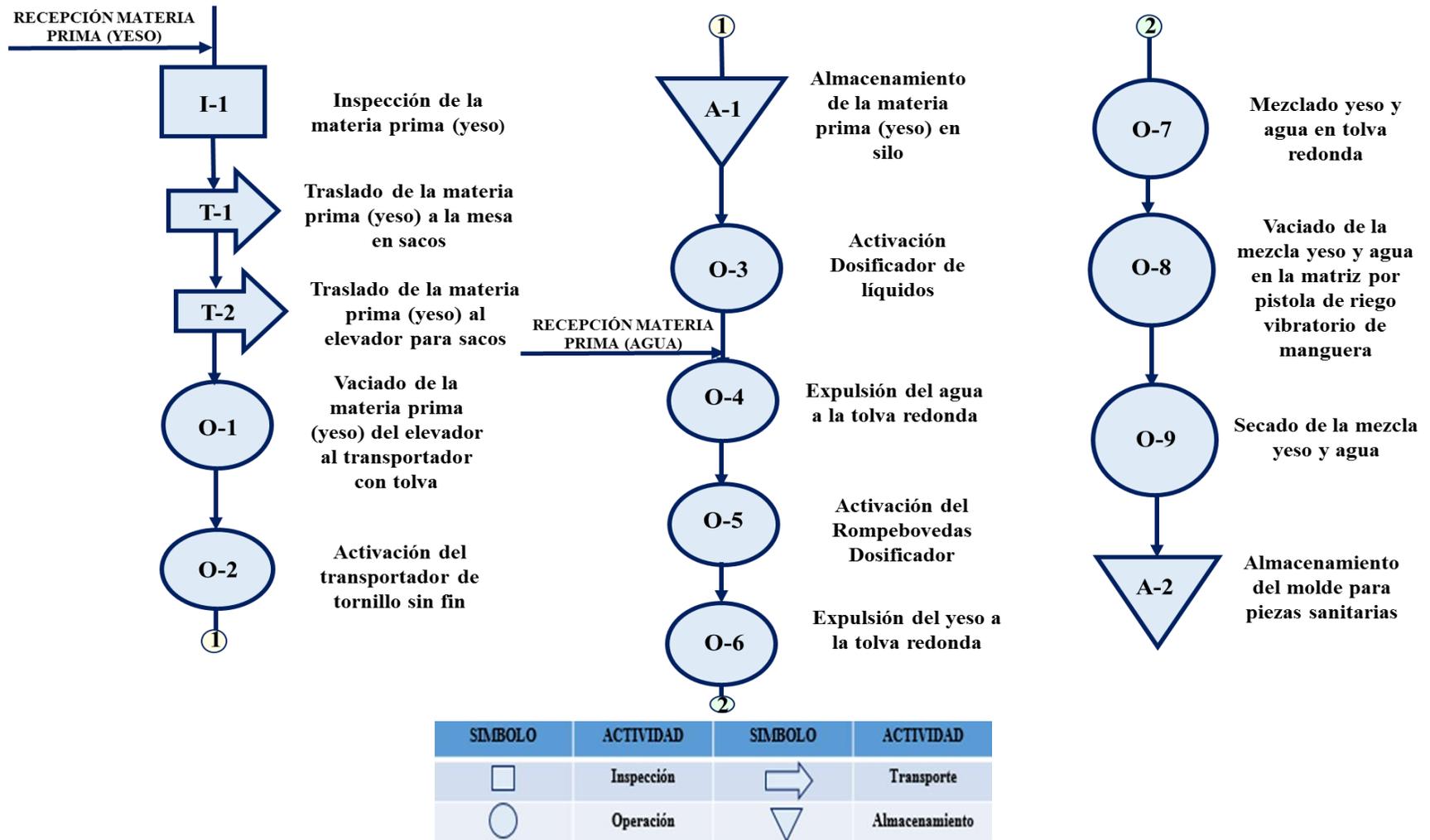


Figura 48. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo mezclado de yeso y agua en el área de fabricación de moldes para piezas sanitarias en la Compañía Venezolana de Cerámica Vencerámica C.A con la simbología ASME.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la descripción actual del proceso de mezclado de yeso y agua para la elaboración de moldes de piezas sanitarias, se logró observar que el proceso se realiza considerando doce (12) operaciones, que inicia con la recepción de la materia prima (1), cuatro (4) traslados, cinco (5) operaciones específicas (dos vaciados, una activación, expulsión, y secado) y dos (2) almacenamientos. La deficiencia de este proceso, radica en que la expulsión de yeso y agua se realiza simultáneamente, sin la medición de los componentes de la mezcla y no se efectúa la operación de mezclado del yeso y agua.

Según lo anterior, y de acuerdo con la revisión documental en la bibliografía especializada, se lograron definir como factores influyentes del proceso del mezclado, los siguientes elementos: (1) cantidad de agua, (2) cantidad de yeso, (3) tiempo de agitación, (4) tiempo de reposo y (5) temperatura del agua. De ellos, los más críticos son las proporciones y la agitación de las materias primas (yeso/agua) para la obtención de la mezcla final para la elaboración de los moldes de piezas sanitarias.

Se desarrollaron las especificaciones pertinentes para la selección de los equipos que conformarán el diseño del nuevo proceso de mezclado. En este sentido, se elaboraron veintiún (21) fichas técnicas asociadas con equipos y elementos que deben conformar la nueva estructura del área de fabricación de los moldes de piezas sanitarias.

El diseño propuesto para el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes, considerará catorce (14) operaciones: inspección de la materia prima (1), dos (2) traslados, nueve (9) operaciones (dos vaciados, tres activaciones, dos expulsiones, un mezclado y un secado) y dos (2) almacenamientos. Se destaca que la propuesta

incluye la descarga individual de agua y su cantidad (en L), la descarga individual de yeso y su cantidad (en kg) y finalmente el tiempo de agitación (en minutos).

Por lo tanto, el diseño se adecuó a las necesidades del proceso de mezclado de yeso y agua. En lugar de presentarse una expulsión simultánea de los componentes, sin agitación y sin seguir ningún criterio específico; se propuso la medición de los componentes (60% yeso y 40% agua) y la interposición de los materiales, para lograr una mezcla homogénea, donde se disminuyan las disconformidades en las piezas sanitaria.

RECOMENDACIONES

- Implementar y ejecutar la propuesta planteada en la organización Vencerámica C.A, el cual se basó en el diseño del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias.
- Crear un plan de capacitación y entrenamiento del proceso de mezclado para el personal del área de fabricación de moldes.
- Establecer un plan de mantenimiento de los equipos propuestos, para garantizar su vida útil y seguridad.
- Disponer el plano del diseño con las especificaciones del nuevo proceso de mezclado de yeso y agua para la fabricación de los moldes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anovitz, L. y Cole, D.** (2015). Characterization and Analysis of Porosity and Pore Structure. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Sociedad Mineralógica de América. Estados Unidos. 269p.
- Arias, F.** (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. 139 p.
- Arzabe, J.** (1993). Preparación y caracterización de materiales de yeso aditivados. Tesis de Pregrado. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 61p.
- Balestrini, M.** (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. Para los estudios formulativos o exploratorios, descriptivos, diagnósticos, evaluativos, formulación de hipótesis causales, experimentales y los proyectos factibles. Editorial Consultores Asociados. Caracas, Venezuela. 125 p.
- Canela, M y Griful, E.** (2002). Gestión de la calidad. Editorial Edicions UPC. Cataluña, España. 16p.
- Carro, R. y González, D.** (2015). Administración de las Operaciones. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Mar del Plata. 3p
- Carpio, M. y Rodríguez, R.** (2019). Propuesta para incrementar la capacidad de producción del proceso productivo de la empresa Moym's Helados. Trabajo final de grado. Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela Caracas. 10p.

- Cázarez, L.** (1990). Técnicas actuales de investigación documental (3ª edición). México. 67 p.
- Chávez, R.** (2007). Introducción a la Metodología de la Investigación. Revista de la Universidad Técnica de Machala (UTM, Ecuador). 3(1): 5-58.
- Chiavenato, I.** (1999). Administración de Recursos Humanos. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill. Estados Unidos. 518p.
- Ciro, H.** (2006). Reología de Fluidos y su aplicación en el área de los alimentos. Trabajo final de máster. Escuela de Ingeniería Agrícola y Alimentos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. 3p.
- Comisión Venezolana de Normalización (COVENIN)** (2000): Yeso para Construcción y Moldeo COVENIN 3640: 200 1995. Análisis Químico. 2p.
- Corral, Y.** (2009) Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista Ciencias de la Educación. Valencia, Venezuela. 19 (33): p. 228-247.
- Echenique, A y Mirabal, J.** (2019). Diseño de las líneas de empaque de mantequilla en presentaciones individual e institucional para una empresa láctea ubicada en Maracay Edo. Aragua. Trabajo final de grado. Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela Caracas. 5p.
- Fellows, P.** (2000) Food processing Technology. Segunda Edición. Published by Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Inglaterra. 28p.

- Finol, M., y Camacho, H.** (2008). El proceso de investigación científica. 2da Edición. Libro de Texto. Maracaibo, Venezuela. 60 p.
- Galindo, M. y Ríos, V.** (2015). Productividad en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1. México DF. 9p.
- Grasso, L.** (2006). Encuestas: elementos para su diseño y análisis. (1ª edición). Buenos Aires, Argentina. 25p.
- Gay, A. y Samar, L.** (2007). El diseño industrial en la historia. Revista de Centro de Cultura Tecnológica (CCT, Córdoba, Argentina). 78 (1): 45-98.
- Hidalgo, L.** (2005). Validez y confiabilidad en la investigación cualitativa. Paradigma, 27, 07-33.
- Hurtado, J.** (2010). Guía para la comprensión holística de la Ciencia. Tercera Edición. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. 117 p.
- Loli, N.** (2013). Proceso de Mezclado. Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Proceso-De-Mezclado.html>.
- Lozano, C., Córdoba, D., y Córdoba, M.** (2012). Manual de Tecnología Farmacéutica. Editorial Elsevier. Barcelona, España. 33 p.
- Maldonado, T.** (1993). El diseño industrial reconsiderado. Editorial GG. Barcelona. 50 p.

- Manene, L.** (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Bilbao, España. 45 p.
- Martínez, C.** (2012). Estadística y Muestreo. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia. 664 p.
- McCabe, W., Smith, J.C. y Harriott, P.** (2007). Operaciones unitarias en Ingeniería Química. Editorial McGraw-Hill. México. 152 p.
- Messick, S.** (1989). Validity. Educational measurement. Editorial Linn. Tercera Edición. New York, USA. 13 p.
- Meza, L.** (2002). Metodología de la investigación educativa: posibilidades de integración. Revista de la Costa Rican Institute of Technology (ITCR, Costa Rica). 5 (1): 14-30.
- Montgomery, D.** (2004). Control Estadístico de la Calidad. Editorial Limusa. México. 8 p.
- Moreno, J. S. Moya, J. Requena.** (1986). Colaje de óxidos cerámicos II: reología. Boletín de la Sociedad Española de Cerámicos y Vidrios, Vol. 25. pp. 3-9.
- Morin, G.** (2014). Estudio Comparativo entre dos tipos de yeso utilizados para el conformado de piezas sanitarias. Trabajo final de grado. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. 24p.

- Morlés, V.** (1994). Planeamiento y análisis de investigaciones. Octava Edición. Caracas, Venezuela. 54 p.
- Muther, R.** (1970). Distribución de Planta. Editorial Hispano Europa. Segunda Edición. Madrid, España. 10 p.
- Navarro, J.** (2007). Fundamentos del diseño. Editorial Universidad Jaime I. Castellón, España. 121 p.
- Norton, F.** (1975). Cerámica Fina: Tecnología y Aplicaciones. Barcelona. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 116 p.
- Pérez, J. y Merino, M.** (2015). Organización y Dirección de Empresas. Ediciones Paraninfo S.A. Madrid, España. 55 p.
- Rojas, O. y Rojas L.** (2006). Diseño y Tecnología. Revista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM, Guatemala). 2 (1): 1-9.
- Samperio, C., Cortés, A., Bolarín, F., Sánchez, L.** (2011). Estudio de la Absorción de agua en moldes, con diferente composición de yeso y yeso-cemento. Revista del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (IPN, México). 1-5.
- Serna, L.** (2005). Producción Biotecnológica de ácido láctico. Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria (SMNTA, México). 55(1): p. 54-65.
- Vásquez, M.** (2007). Calidad para la organización. Santa Cruz, Bolivia. 13 p.

Uribe, A., Rivera, R., Aguilera, A., y Murrieta, E. (2012). Agitación y Mezclado. Revista de la Facultad de Química (UG, México). 21 (1): pp. 5-27.

Zapata, C. y Villegas, S. (2006). Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método. Revista de la Universidad EAFIT (Medellín, Colombia). 50 (1): 40-59.

ANEXOS

Anexo A. Ficha técnica Paleta Industrial de madera.

| | | |
|---|---|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Paleta Industrial de madera | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 120 cm | 80 cm | 20 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Madera y clavos • Peso: 25 Kg • Tipo de madera: Pino • Carga soportada: 1000 – 1400 Kg • Tablas: Cinco |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Estructura de madera. | |
| FUNCIÓN | | |
| La paleta industrial es un armazón de madera empleado en el movimiento de carga, para facilitar el levantamiento, soporte y manejo de materiales. Este elemento será utilizado para mover y sostener los sacos de yeso. | | |
| Función del Operador: Mover y colocar el saco de yeso. | | |

Anexo B. Ficha técnica Mesa Metálica.

| | | |
|---|--|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Mesa Metálica | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 150 cm | 100 cm | 30 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Acero Inoxidable • Lamina: Calibre 16 • Tornillos: Graduales • Carga soportada: 2000 Kg |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Pies metalicos, tabla de lamina. | |
| FUNCIÓN | | |
| La mesa metálica es un mueble formado por un tablero horizontal, sostenido por uno o varios pies, con la altura conveniente para poder realizar alguna actividad sobre ella o dejar cosas encima, por lo tanto, en ella se colocaran los sacos de yeso. | | |
| Función del Operador: Colocar sacos de yeso. | | |

Anexo C. Ficha técnica Elevador para sacos.

| | | | |
|---|--------------|--|--|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Elevador para sacos | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Largo | Ancho | Alto | |
| 324 cm | 82 cm | 220 cm | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad máxima de carga: 50 Kg • Radio máximo de trabajo: 250 cm • Carrera vertical: 190 cm | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Estructura de soporte, tablero de activación, tubo de aire comprimido, boca de succión o de carga. | |
| FUNCIÓN | | | |
| El elevador cumple la función de levantar, cargar y/o descender sacos, en este caso, sacos de yeso. | | | |
| Función del Operador: Activación y manejo del elevador. | | | |

Anexo D. Ficha técnica Transportador de tornillo sin fin con tolva.

| | | | |
|--|-----------------|--|----------------------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Transportador de tornillo sin fin con tolva | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Tornillo sin fin | | | |
| Diámetro | Longitud | Elevación | Ángulo de elevación |
| 10 cm | 260 cm | 50 cm | 40° |
| Tolva de alimentación | | | |
| Largo | Ancho | Alto | |
| 80 cm | 80 cm | 60 cm | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Acero Inoxidable • Característica del Material: Resistente al fuego • Estructura física: Sistema de Transporte • Voltaje: 220 V/ 380 V/ 415 V según sus necesidades • Energía (W): 3 kW – 4 kW • Aplicación: Alimentador • Capacidad de almacenaje: 10 kg- 10 Tons/hora • Motor: Estándar | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Tornillo sin fin, tolva de alimentación, alas helicoidales, carcasa, motor reductor, boca de descarga, interruptor, rueda dentada. | |
| FUNCIÓN | | | |
| El transportador de tornillo sin fin es un sistema de manipulación y transporte de material extremadamente versátil, lo cual tendrá como objetivo, transportar el yeso descargado en la tolva de alimentación. | | | |
| Función del Operador: Descargar el yeso en la tolva / Activar el transportador de tornillo sin fin / Mantenimiento. | | | |

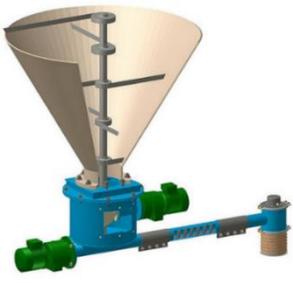
Anexo E. Ficha técnica Motor reductor.

| | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|---|--------------|-------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | | | |
| ELEMENTO | | | | | |
| Motor reductor | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | | | |
| Par nominal | Potencia | Relación | Largo | Ancho | Alto |
| 23 – 14000 Nm | 0,12 – 55 kW | 0,8 - 13500 | 40 cm | 25 cm | 30 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | | FOTO | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Arreglo del engranaje: Gusano helicoidal • Esfuerzo de torsión de la salida: 10 ~ 4500N. M • Energía tasada: 0,18 ~ 22 kW • Velocidad de la entrada: 0 ~ 1800 rpm • Velocidad de la salida: 0,3 ~ 150 rpm • Material de la carcasa: HT 200 o HT 250 hierro fundido de alta resistencia • Montaje: brida, pie, par-brazo • Material de engranaje: Bronce de aluminio y acero de aleación • Rodamiento: SKF/NSK/FAG | | |  | | |
| | | | COMPONENTES | | |
| | | | Torque o par, motor electrico, caja reductora, reductor de engranaje helicoidal, interruptor. | | |
| FUNCIÓN | | | | | |
| Este motor es un reductor de velocidad, conectado directamente la electricidad, siendo una combinación de engranaje de gusano helicoidal, con la finalidad de reducir y adaptar la velocidad de los equipos utilizados en el proceso de mezclado. | | | | | |
| Función del Operador: Activación del accionamiento del motor reductor / Mantenimiento. | | | | | |

Anexo F. Ficha técnica Silo de almacenamiento.

| | | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------|-------------|--|
|  | FICHA TÉCNICA | | | | |
| ELEMENTO | | | | | |
| Silo de almacenamiento | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | | | |
| Diámetro Superior | Diámetro Inferior | Largo | Ancho | Alto | |
| 120 cm | 50 cm | 130 cm | 120 cm | 320 c m | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de almacenamiento: 10 m³ • Peso: 1500 Kgs • Estructura: Vertical • Aplicación industrial: Deposito de almacenamiento • Pared inferior suave, a favor de la descarga • Resistencia y estabilidad alta | |  | | | |
| | | COMPONENTES | | | |
| | | Barandilla, valvula sobrepresion – depresion, filtro de mangas, ducto de carga y de descarga. | | | |
| FUNCIÓN | | | | | |
| Este elemento es una construcción diseñada para almacenar materiales a granel, proveniente de un transportador, caracterizado por tener una forma cilíndrica, asemejándose a una torre, con el objetivo de recolectar y mantener el yeso destinado a mezclarse con el agua para la conformación de la pasta. | | | | | |
| Función del Operador: Mantenimiento (inspección y limpieza) del silo para el proceso de mezclado yeso y agua. | | | | | |

Anexo G. Ficha técnica Rompebovedas dosificador.

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
|  | | | FICHA TÉCNICA | | |
| ELEMENTO | | | | | |
| Rompebovedas dosificador | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | | | |
| Longitud máxima del dosificador | | Diámetro exterior del dosificador | | Tipo de dosificador / Rango de caudal | |
| 400 cm máx. | | 10,4 cm | | 100 / 3600 l/h máx. | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | | FOTO | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Acabado: Acero pintado • Caudal: Variable • Tipo: Dosificador simple rígido • Adaptabilidad: Bajo silo con brida de fijación • Extracción de material: continua y dosificación precisa • Extracción mecánica: sin ningún tipo de compactación • Potencia de la motorización instalada: baja | | |  | | |
| | | | COMPONENTES | | |
| | | | Turbina rompebovedas (dentro del silo), registro de aislamiento, brazo rígido de saturación, dosificador, detector de apelmazamiento, sensor. | | |
| FUNCIÓN | | | | | |
| El rompebovedas dosificador es un extractor – dosificador mecánico, para pulverulentos almacenados en silo, instalado por debajo de él, donde un conjunto de alabes flexibles evita la formación de bóvedas y asegura una descarga regular, suministrara la cantidad necesaria de yeso para el proceso de mezclado. | | | | | |
| Función del Operador: Activación del rompebovedas dosificador por medio del controlador lógico programable / Mantenimiento. | | | | | |

Anexo H. Ficha técnica Dosificador de líquidos.

| | | |
|---|--|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Dosificador de líquidos | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 90 cm | 50 cm | 92 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Medidas conjunto: 1450-600 mm • Capacidad tolva: 50 L • Peso: máx. 250 kg • Producto a dosificar: Líquidos (viscosos/ fluidos) • Transporte del producto: Bomba helicoidal • Tensión de alimentación: 220 V • Potencia maquina: 0,18 Kw • Consumo eléctrico: 1 A • Toma de aire: Regulador de presión • Juntas: Teflón / FDA • Acabado interior de la tolva: Pulido satinado • Acabado de la estructura: Pulido mate |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Pantalla, cuadro de mandos, válvula de salida, tolva de 50 ml, válvula de seguridad, bomba helicoidal. | |
| FUNCIÓN | | |
| El dosificador de líquidos es un equipo de gran versatilidad para dosificar con precisión y de forma rápida todo tipo de líquidos, en este caso, agua para el proceso de mezclado. | | |
| Función del Operador: Control, programación y activación del dosificador de líquidos para el suministro de agua para el proceso de mezclado / Mantenimiento. | | |

Anexo I. Ficha técnica Conector de tubo doblado en versión 90 grados.

| | | | |
|--|--|--|-------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Conector de tubo doblado en versión 90 grados | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Diámetro inferior final de deslizamiento | Diámetro inferior final de deslizamiento conectado a la tolva | Largo | Alto |
| 2 cm | 1,9 cm | 4,6 cm | 3,1 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Diseño: 90 grados • Material: PVC-U (Policloruro de vinilo), latón • Color: Blanco, tono de latón • Peso neto: 42 g • Extremos acodados: Resbalón rosca hembra • Tiempo de uso: largo | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Cuerpo pvc y cuerpo interior de latón del conector de tubo doblado. | |
| FUNCIÓN | | | |
| El conector de tubo doblado en versión 90 grados tiene la función de permitir el flujo de líquidos o gases de un sistema, es por ello que, en el proceso de mezclado, servirá de conector con la tubería proveniente del dosificador de líquidos para el flujo del agua para la conformación de la mezcla. | | | |
| Función del Operador: Inspección y limpieza del conector acodado. | | | |

Anexo J. Ficha técnica Tubos rígidos de PVC.

| | | |
|--|---|----------------------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Tubos rígidos de PVC | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Diámetro | Longitud | Diámetro para tolva |
| 2 cm | 240 cm | 1,9 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de Instalación: Superficial en interior o exterior • Material: PVC (Policloruro de vinilo) • Color: Blanco |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Cuerpo del tubo rígido PVC. | |
| FUNCIÓN | | |
| Los tubos rígidos son conductos que cumple la función de transportar agua u otros fluidos, pudiéndose elaborar con materiales muy diversos, en este caso, de Policloruro de vinilo, encargados de trasladar el agua para el proceso de mezclado. | | |
| Función del Operador: Inspección y limpieza de los tubos. | | |

Anexo K. Ficha técnica Chiller de enfriador de aire.

| | | |
|--|---|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Chiller de enfriador de aire | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 50 cm | 93,5 cm | 88 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Peso: 400 Kg • Capacidad de Refrigeración: 8,2 KW • Voltaje: 220 ~ 480 V • Capacidad de enfriamiento: 29Kw 25000 kcal/H • Temperatura de Refrigeración: 5 °C ~ 35 °C • Refrigerante: R134a/R22 • Tipo de Compresor: Cerrado en desplazamiento • Sistema de Control: PLC • Estructura: Tipo de Caja • Tanque de agua: Acero Inoxidable |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Bateria condensadora tropicalizada, manómetros del circuito hidraulico, vaso de expansión, bomba hidráulica, conexiones hidraulicas, compresor, regulación electronica, tesmostato magnetico, ventilador axial. | |
| FUNCIÓN | | |
| El chiller es unidad enfriadora de líquidos, capaz de enfriar el agua, aceite o cualquier otro fluido. Tendrá la función de enfriar el agua para que llegue a la temperatura óptima para el proceso de mezclado. | | |
| Función del Operador: Activación del chiller por / Mantenimiento. | | |

Anexo L. Ficha técnica Válvula de cierre.

| | | |
|--|---|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Válvula de cierre | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 9 cm | 6 cm | 10 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: PPR (Polipropileno) • Tamaño: De 20 mm a 110 mm • Temperatura de trabajo: -40 ~ + 95 °C • Presión Nominal: PN1.25 – PN2.5 |  | |
| | COMPONENTES | |
| Cuerpo de valvula, manilla, diafragma, actuador, tubo, yugo de la válvula. | | |
| FUNCIÓN | | |
| Las válvulas de cierre regulan el flujo de líquidos y gases en las tuberías mediante la apertura y el cierre. Por lo tanto, esta válvula regulará el flujo del agua de las tuberías en el proceso de mezclado. | | |
| Función del Operador: Inspección y manejo de la válvula. | | |

Anexo M. Ficha técnica Bomba de agua.

| | | | | | |
|--|-----------------------------|--|--------------|--------------|-------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | | | |
| ELEMENTO | | | | | |
| Bomba de agua | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | | | |
| Diámetro de succión | Diámetro de descarga | Diámetros conexión tolva | Largo | Ancho | Alto |
| 2 cm | 2 cm | 1,9 m | 30 cm | 21 cm | 19 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de bomba: Industrial • Flujo Optimo: 200 LPM • Altura Optima: 17 m • Número de etapas: 1 etapas • Tipo de Impulsor: Cerrado • Material del cuerpo: Hierro gris • Material del sello mecánico: Cerámica • Temperatura máxima del agua: 40 °C • Tipo de motor: Eléctrico • Potencia del motor: 1 HP | |  | | | |
| | | COMPONENTES | | | |
| | | Carcasa o armazón, una entrada y una salida, impulsor, sellos, retenedores y anillos, eje impulsor, cojinetes o rodamientos, panel de control, motor, interruptor. | | | |
| FUNCIÓN | | | | | |
| La bomba de agua es un dispositivo que hará circular el agua en el sistema de refrigeración del motor para el proceso de mezclado de yeso y agua. Es accionada por una correa de transmisión y sólo funciona cuando el motor se encuentra encendido, va conectada al cigüeñal y hace circular el agua por el circuito de refrigeración y el motor, y esto, se logra con el intercambio de calor al ingresar el líquido por el radiador, el cual por corriente de aire disipa la temperatura. | | | | | |
| Función del Operador: Activación de la bomba de agua / Mantenimiento. | | | | | |

Anexo N. Ficha técnica Mezclador.

| | | | |
|---|-------------|---|---------------------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Mezclador | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Largo | Alto | Ancho | Longitud Mezclador |
| 44 cm | 37 cm | 50 cm | 65 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Piezas en contacto con el producto acero inoxidable AISI 316L V-ring NBR • Acabado superficial del material del mezclador: $Ra \leq 0,8 \mu m$ • Tipo de Hélice: Marina (Tipo 10) • Acabado superficial de la hélice: $Ra \leq 0,5 \mu m$ • Motores: IP55, aislamiento clase F • Potencia máxima: 1,1 KW • Estado Hélice: Soldada • Posición: Vertical | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | <p>Estructura de soporte, helice, eje del helice, motor reductor coaxial con rodamiento reforzado y aceite alimentario, palanca de desplace, prisioneros allen, boton de accionamiento.</p> | |
| FUNCIÓN | | | |
| <p>Este mezclador vertical tiene la función de mezclar y/o agitar materiales líquidos, grumos y granulados secos, en este caso, para los elementos yeso y agua, en donde la rotación de la hélice empuja el flujo del producto hacia el fondo del depósito en el que se encuentre, consiguiendo que este flujo suba hasta la superficie por las paredes del mismo, obteniendo una adecuada interposición entre dichos materiales.</p> | | | |
| <p>Función del Operador: Activación del mezclador a través del controlador lógico programable / Mantenimiento.</p> | | | |

Anexo O. Ficha técnica Tolva redonda.

| | | | |
|---|--------------|---|--------------------------------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Tolva | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Largo | Ancho | Alto | Diámetro inferior de descarga |
| 51,8 cm | 44, 3 cm | 47,5 cm | 1,9 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Acero Inoxidable • Capacidad: 50 kg • Diseño y fabricación: Adaptable | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Carcasa cilindrico – conico, sistema de descarga, base soporte, tapa sistema de descarga. | |
| FUNCIÓN | | | |
| <p>La tolva, siendo un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño, destinado al depósito y canalización de materiales granulares, pulverizados o de mezclas elaboradas, generalmente de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas como las de un gran cono, de tal forma que la carga se efectuó por la parte superior y la descarga por medio de la compuerta inferior, por lo que tendrá la función, de contener la pasta yeso y agua resultante del proceso de mezclado.</p> | | | |
| Función del Operador: Mantenimiento de la tolva. | | | |

Anexo P. Ficha técnica Conector para manguera.

| | | | |
|--|--------------|---|-------------|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Conector para manguera | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Diámetro | Largo | Ancho | Alto |
| 1,9 cm | 1 cm | 1,9 cm | 7 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Acero Inoxidable • Tipo de Manguera: Para 3/4" • Diseño y fabricación: Adaptable • Equipo Conexión: Tolva | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Cuerpo del conector tolva para manguera. | |
| FUNCIÓN | | | |
| El conector tolva para manguera es un elemento que permitirá la conexión de la manguera con la tolva para el flujo de la mezcla yeso y agua del proceso de mezclado. | | | |
| Función del Operador: Inspección y limpieza del conector tolva para manguera. | | | |

Anexo Q. Ficha técnica Rollo de manguera.

| | | |
|--|---|--|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Rollo de manguera | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Diámetro | Longitud | |
| 1,9 cm | 1500 cm | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Polietileno • Tipo de Manguera: Para 3/4" • Presión: 60 Psi • Soporta 90 libras de presión |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Cuerpo de la manguera de material polietileno. | |
| FUNCIÓN | | |
| Las mangueras de riego son tuberías flexibles, que adquieren la forma de tubo cuando se hace pasar el agua a presión por su interior, y cuando esta deja de pasar se retrae quedando plana, por lo tanto, por medio de este tubo, será transportado la mezcla yeso y agua para el llenado de las matrices para la fabricación de moldes. | | |
| Función del Operador: Manejo y limpieza de la manguera. | | |

Anexo R. Ficha técnica Pistola de riego vibratorio.

| | | |
|--|--|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Pistola de riego industrial vibratorio | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 13 cm | 4 cm | 21 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Metálico • Boquillas de plástico de 3 vías ajustables • Cuerpo de plástico de alto impacto • Mango cómodo y aislado • Peso: 1 Kg |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Cuerpo, boquilla, aguja, difusor aguja, tapon trasero, muelle, eje aguja interior, eje aguja exterior, arandela goma, mango, boton accionamiento vibratorio. | |
| FUNCIÓN | | |
| La pistola de riego vibratorio es un mecanismo de disparo bloqueable para verter todo tipo de líquidos y/o mezclas, por lo que permitirá el accionamiento y detenimiento del control de la mezcla yeso y agua en el momento de vaciado de la pasta en las matrices, conectado con la manguera. | | |
| Función del Operador: Manejo y limpieza de la pistola de riego. | | |

Anexo S. Ficha técnica Controlador Lógico Programable (PLC).

| | | | |
|--|--------------|--|--|
|  | | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | | |
| Controlador Lógico Programable (PLC) | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | |
| Largo | Ancho | Alto | |
| 30 cm | 40 cm | 50 cm | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: Modular • Modelo: S7-400 Siemens • Paquetes separados en un riel DIN • Comunicación con la CPU a través de un sistema bus de alta velocidad • Elevado número las diversas entradas/salidas para soportar grandes programas • Reduce los tiempos de ciclo de los equipos • Conversión eficaz de los módulos periféricos centrales | |  | |
| | | COMPONENTES | |
| | | Módulos de interfaz, modulo funcional, regulador PID o control de la posición, procesador de la comunicación, interfaz hombre-maquina (panel), entradas/salidas remotas, módulos de señal de alta velocidad, batería, diodos emisores de luz (LED) para la interfaz. | |
| FUNCIÓN | | | |
| El controlador lógico programable es un equipo o instrumento electrónico que utiliza una memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control de los equipos involucrados en el proceso de mezclado. | | | |
| Función del Operador: Manejo y mantenimiento del PLC | | | |

Anexo T. Ficha técnica Tablero de distribución eléctrica.

| | | |
|---|--|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Tablero de Distribución Eléctrica (TDE) | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 40 cm | 20 cm | 50 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de corrientes de 15 hasta 5000 amperes • Caja electrónica • Para maquinaria automatizada • Material: Lamina de calibre 12 y 14 • Pintura especial horneada • Tipo: Panel • Contenedor de varios modelos trifásicos • Tamaño y capacidad media |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Gabinete, componentes electricos, canaleta, clemas, riel metalico, barra colectora, borneras de conexiones, interruptor maestro. | |
| FUNCIÓN | | |
| El tablero de distribución eléctrica se utilizara para proteger a todos los componentes de mando y de control, conectado directamente a la línea de alimentación de cada equipo, del proceso de mezclado para activar y/o cortar todo suministro de energía. | | |
| Función del Operador: Manejo y mantenimiento del tablero de distribución eléctrica. | | |

Anexo U. Ficha técnica Mesa para pistola.

| | | |
|---|--|-------------|
|  | FICHA TÉCNICA | |
| ELEMENTO | | |
| Mesa para pistola | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | |
| Largo | Ancho | Alto |
| 50 cm | 60 cm | 70 cm |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | FOTO | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Material: Metálico • Color: Rojo |  | |
| | COMPONENTES | |
| | Estructura de soporte, lamina. | |
| FUNCIÓN | | |
| La mesa tendrá la función de servir como soporte a la pistola de riego vibratorio para el vertido de la mezcla en las matrices. | | |
| Función del Operador: Limpieza de la mesa. | | |

Anexo V

Cuestionario Estructurado

Estimado trabajador. -

A continuación, le presentamos un cuestionario cerrado de opinión sobre diversos aspectos sobre el proceso de mezclado del área de fabricación de moldes de la organización, agradecemos su máxima sinceridad y apoyo en la respuesta del mismo. No hay respuestas malas ni buenas.

La encuesta es completamente anónima. Es importante, que lea cuidadosamente cada pregunta y responda una sola alternativa con una X si es de su preferencia. De igual manera, puede indicar observaciones si lo considera pertinente.

| | |
|--|--|
| 1. ¿El proceso de mezclado de agua y yeso está cumpliendo adecuadamente con la producción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|--|--|
| 2. ¿El proceso de mezclado cuenta con un espacio propicio para el desarrollo de la fabricación de moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|---|--|
| 3. ¿Se cumple con las normas del manual de procedimientos del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|--|--|
| 4. ¿Se debe modernizar los equipos que componen el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para garantizar la homogenización y proporción de la pasta para el conformado de los moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |

| | |
|-------------------|--|
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|--|--|
| 5. ¿Las piezas sanitarias presentan disconformidades en el proceso de vaciado y en su presentación final debido al proceso de mezclado para el conformado de los moldes? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|---|--|
| 6. ¿Las condiciones de trabajo son las adecuadas para el desarrollo del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|--|--|
| 7. ¿Se encuentran desperdicios de la mezcla yeso y agua durante el proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes de piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

| | |
|--|--|
| 8. ¿Se deberá mejorar el diseño del proceso de mezclado en el área de fabricación de moldes para contribuir con la calidad de las piezas sanitarias? | |
| Completamente | |
| Suficientemente | |
| Regularmente | |
| Insuficientemente | |
| Incompletamente | |
| Observaciones: | |

Muchas gracias por su colaboración y apoyo

Atentamente

Los investigadores

Anexo W. Carta de validación Experto 1.

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
NUCLEO CAGUA ESTADO ARAGUA

CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

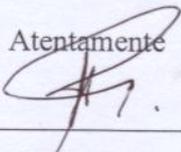
Yo, Ana M. Reyes M., cedula de identidad N° 18.609.611,

Ingeniero Civil

, hago constar que he revisado el Instrumento de Recolección de Datos presentado por el Br. Alessandro Giuseppe Cecala Guerrieri N° 25.742.283 y la Br. Luzdeyvid Del Valle Pineda Suarez N° 25.953.271, para su aplicación en la realización del Trabajo Final de Grado titulado: **“PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO: COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.”**, reuniendo las condiciones y requerimientos suficientes y necesarios para ser considerado validado, y por lo tanto apto para ser aplicado en el logro de los objetivos que se plantea en la investigación.

Carta que se expide a los 10 días del mes de agosto 2019

Atentamente



Experto Examinador

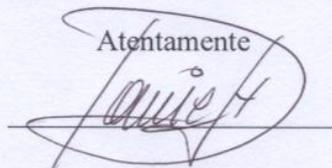
Anexo X. Carta de validación Experto 2.

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
NUCLEO CAGUA ESTADO ARAGUA**

CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo, Daniel Franquino cedula de identidad N° 5.626.556,
Ingeniero Mecánico, hago constar que he revisado el
Instrumento de Recolección de Datos presentado por el Br. Alessandro Giuseppe
Cecala Guerrieri N° 25.742.283 y la Br. Luzdeyvid Del Valle Pineda Suarez N°
25.953.271, para su aplicación en la realización del Trabajo Final de Grado titulado:
**“PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL
ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO:
COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.”**,
reuniendo las condiciones y requerimientos suficientes y necesarios para ser
considerado validado, y por lo tanto apto para ser aplicado en el logro de los objetivos
que se plantea en la investigación.

Carta que se expide a los 10 días del mes de agosto 2019

Atentamente

Experto Examinador

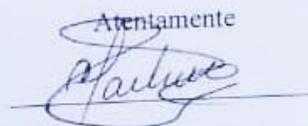
Anexo Y. Carta de validación Experto 3.

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
NUCLEO CAGUA ESTADO ARAGUA

CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo, Carmen Martínez, cedula de identidad N° 5-625-107,
Lic. Educación, hago constar que he revisado el
Instrumento de Recolección de Datos presentado por el Br. Alessandro Giuseppe
Cecala Guerrieri N° 25.742.283 y la Br. Luzdeyvid Del Valle Pineda Suarez N°
25.953.271, para su aplicación en la realización del Trabajo Final de Grado titulado:
**“PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL
ÁREA DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE PIEZAS SANITARIAS. CASO:
COMPAÑÍA VENEZOLANA DE CERÁMICA VENCERÁMICA C.A.”**,
reuniendo las condiciones y requerimientos suficientes y necesarios para ser
considerado validado, y por lo tanto apto para ser aplicado en el logro de los objetivos
que se plantea en la investigación.

Carta que se expide a los 10 días del mes de agosto 2019

Atentamente

Experto Examinador

Anexo Z. Resultado Método de Cronbach.

Análisis de elementos de Suficiencia. Claridad. Coherencia. Relevancia

Alfa de Cronbach = 0,6900

Interpretación Coeficiente de Confiabilidad:

| Valor de alfa tabulado | Criterio de aceptación |
|------------------------|------------------------|
| 0,70 a 1.00 | Muy fuerte |
| 0,50 a 0.69 | Sustancial |
| 0,30 a 0,49 | Moderada |
| 0,10 a 0.29 | Baja |
| 0,01 a 0,09 | Despreciable |

Como resultado de un alfa (α) de “0,69” se puede decir que la confiabilidad del instrumento es “**SUSTANCIAL**” según interpreta el Alfa de Cronbach.