

 Vigilada Mineducación	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			
			FECHA	03/04/2017
		PÁGINA	1 de 1	
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Darwyn Alexis APELLIDOS: Barajas Rojas

NOMBRE(S): Mayra Alejandra APELLIDOS: Gómez Antolínez

FACULTAD: Ingeniería

PLAN DE ESTUDIOS: ingeniería Industrial

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Cesar Orlando APELLIDOS: Vargas Mantilla

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): Propuesta de mejoramiento locativo para la modelación de planta piloto educativa en el laboratorio de formación cerámica de la Universidad Francisco de Paula Santander.

El presente proyecto realizo una propuesta de mejoramiento locativo en el laboratorio de formación cerámica, con el fin de organizar de manera óptima las áreas que lo conforman y poder lograr la adaptación de una línea de fabricación de productos cerámicos a escala, para el fortalecimiento de los conocimientos teórico-prácticos de los estudiantes inscritos en las carreras de ingeniería industrial y tecnología de procesos industriales, con el fin de lograr una experiencia real de este importante sector productivo de la región.

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo del proyecto se realizaron 3 etapas en las cuales se diagnosticó el estado actual del laboratorio y se evaluaron los principios de distribución de planta, seguidamente se realizó el estudio de distribución de planta mediante la metodología de SLP (Systematic layout planning) y el diseño de los factores, por último, se realizó la modelación de la distribución propuesta teniendo en cuenta los resultados y observaciones del estudio realizado anteriormente.

PALABRAS CLAVES: distribución de planta, laboratorio de formación cerámica, principios de distribución de planta, SLP (Systematic layout planning), modelación.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 99 PLANOS: 2 ILUSTRACIONES: 35 CD ROOM:

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO LOCATIVO PARA LA MODELACIÓN DE
PLANTA PILOTO EDUCATIVA EN EL LABORATORIO DE FORMACIÓN
CERÁMICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

DARWYN ALEXIS BARAJAS ROJAS

MAYRA ALEJANDRA GOMEZ ANTOLINEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CÚCUTA
2023

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO LOCATIVO PARA LA MODELACIÓN DE
PLANTA PILOTO EDUCATIVA EN EL LABORATORIO DE FORMACIÓN
CERÁMICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

DARWYN ALEXIS BARAJAS ROJAS

MAYRA ALEJANDRA GOMEZ ANTOLINEZ

*Anteproyecto presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial*

Director

CESAR ORLANDO VARGAS MANTILLA
Maestrante Educación Matemática.

Codirector

JOSÉ OTTO CÁCERES GUARDARON
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CÚCUTA
2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO,

FECHA: 11 de mayo, 2023
HORA: 10:00 a.m.
LUGAR: SALA DE JUNTAS DPTO PROCESOS INDUSTRIALES
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

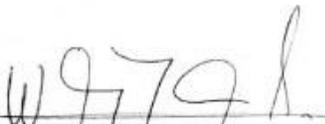
TÍTULO DE LA TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO LOCATIVO PARA LA MODELACIÓN DE PLANTA PILOTO EDUCATIVA EN EL LABORATORIO DE TRANSFORMACIÓN CERÁMICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER".

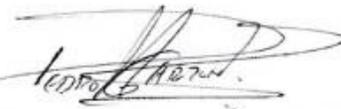
JURADOS: WLAMYR PALACIOS ALVARADO
PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO

DIRECTOR: CESAR ORLANDO VARGAS MANTILLA
CODIRECTOR: JOSÉ OTTO CÁCERES GUALDRÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
DARWYN ALEXIS BARAJAS ROJAS	1192126	cuatro, cuatro	4,4
MAYRA ALEJANDRA GÓMEZ ANTOLÍNEZ	1192212	cuatro, cuatro	4,4

APROBADA


WLAMYR PALACIOS ALVARADO


PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO

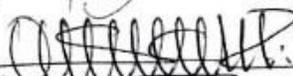

Vo.Bo ÓSCAR MAYORGA TORRES
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial

Tabla de contenido

Resumen	11
Introducción	12
1. El problema	14
1.1. Título	14
1.2. Planteamiento del problema	14
1.3. Formulación del problema	15
1.4. Justificación	15
1.4.1. A nivel institucional	15
1.4.2. A nivel del estudiante	16
1.5. Objetivos	16
1.5.1. Objetivo general	16
1.5.2. Objetivos específicos	17
1.6. Alcances y limitaciones	17
1.6.1. Alcances	17
1.6.2. Limitaciones	17
2. Marco referencial	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Marco teórico	22
2.2.1. Laboratorio de cerámicos	22
2.2.2. Proceso de producción de la industria cerámica	24

2.2.3.	Descripción del proceso de producción	25
2.2.4.	Distribución en planta	26
2.2.5.	Modelación 3D	28
2.3.	Marco conceptual	29
2.4.	Marco legal	30
2.5.	Marco contextual	30
3.	Diseño metodológico	33
3.1.	Tipo de investigación	33
3.2.	Población y muestra	33
3.2.1.	Población	33
3.2.2.	Muestra	34
3.3.	Instrumentos para la recolección de información	34
3.3.1.	Fuentes primarias	34
3.3.2.	Fuentes secundarias	34
3.4.	Operacionalización de variables	35
4.	Desarrollo del proyecto	36
4.1.	Diagnóstico general del estado actual del laboratorio de formación cerámica	36
4.1.1.	Flujo de producción y distribución actual del laboratorio de formación cerámica	37

4.1.2.	Descripción del laboratorio de formación cerámica	40
4.1.3.	Recolección de información de maquinaria, equipos e implementos dentro del laboratorio.	45
4.1.4.	Distribución eléctrica de cada área del laboratorio de formación cerámica	46
4.2.	Análisis y propuesta de mejora locativa para el laboratorio de formación cerámica	51
4.2.1.	Descripción y análisis de los principios de distribución en planta de muther para la situación actual	51
4.3.	Estudio de distribución de planta	55
4.3.1.	Diagrama de operaciones	56
4.3.2.	Relación de áreas	57
4.3.3.	Disposición de espacio	60
4.4.	Diseño de factores de distribución en planta	63
4.4.1.	Factor material	63
4.4.2.	Factor maquinaria	68
4.4.3.	Factor mano de obra	72
4.4.4.	Factor espera y movimiento	75
4.4.5.	Factor servicio	76
4.4.6.	Factor edificio	79
4.4.7.	Factor cambio	81

5. Diseño y modelación del laboratorio de formación cerámica propuesto mediante la simulación en 3D.	83
5.1. Modelación 3d a través del software sketchup, con las mejoras propuestas	87
Conclusiones	89
Diagnóstico del Laboratorio de Formación Cerámica:	89
Studio Systematic Layout Planning (SLP):	90
Anexos	91
Referencias	96

Lista de tablas:

Tabla 1 Normatividad Fuente: Autores.	30
Tabla 2 Operacionalización de variables, Fuente: Autores	35
Tabla 3 Evaluación de principio - Integración de conjunto, fuente: autores	52
Tabla 4 Evaluación de principio - Mínima distancia recorrida, fuente: autores	52
Tabla 5 Evaluación de principio - circulación o recorrido, fuente: autores	53
Tabla 6 Evaluación de principio - Espacio cubico, fuente: autores	53
Tabla 7 Evaluación de principio - Satisfacción y seguridad, fuente: autores	53
Tabla 8 Evaluación de principio - flexibilidad, fuente: autores	54
Tabla 9 Relación de áreas, fuente: Muther	58
Tabla 10 Relación de las áreas del laboratorio fuente: autores	58
Tabla 11 Puntuación, fuente: Autores	62
Tabla 12 Ponderación de Factores, fuente: Autores	62
Tabla 13 Evaluación de alternativas, Fuente: Autores	62
Tabla 14 Maquinaria, fuente: autores	68
Tabla 15 Niveles de iluminación, fuente: ISO 8995	77
Tabla 16 Señalización, fuente: autores	78
Tabla 17 Color de demarcación, fuente: OSHA 1910	80
Tabla 18 Tabla de actividades. Fuentes: Autores	91
Tabla 19 Tabla de Holgura. Fuente: Autores	93

Lista de ilustraciones:

Ilustración 1 Proceso productivo, ILeonardo Cely Illera – Cerámicos I	24
Ilustración 2 Plano infraestructura física UFPS, localización laboratorio de formación cerámica, fuente: UFPS	31
Ilustración 3 Distribución actual de planta laboratorio de Formación cerámica UFPS, fuente: autores.	37
Ilustración 4 Conformado artesanal, fuente: autores	40
Ilustración 5 Conformado industrial, fuente: autores	41
Ilustración 6 Preparación de pastas, fuente: autores	42
Ilustración 7 Secado y cocción, fuente: autores	42
Ilustración 8 Decoración, fuente: autores	43
Ilustración 9 Control de calidad, fuente: autores	43
Ilustración 10 Almacén, fuente: autores.	44
Ilustración 11 Plano eléctrico - Conformado artesanal, fuente: autores	47
Ilustración 12 Plano eléctrico - Preparación de pastas, fuente: autores	47
Ilustración 13 Plano eléctrico - conformado industrial, fuente. autores	48
Ilustración 14 Plano eléctrico – Aula de diseño, fuente: autores	48
Ilustración 15 Plano eléctrico - secado y cocción, fuente: autores	49
Ilustración 16 Plano eléctrico - decoración, fuente: autores	49
Ilustración 17 Plano eléctrico - laboratorio de control de calidad	50
Ilustración 18 Plano eléctrico - Almacén, fuente: autores	50
Ilustración 19 Diagrama de operaciones, fuente: autores	56

Ilustración 20 Grafico de relación de áreas fuente: Autores	59
Ilustración 21 Área disponible, fuente: Autores	60
Ilustración 22 13Diagrama de relación de Espacios, fuente: Autores	60
Ilustración 23 Alternativa 1, Fuente: Autores	61
Ilustración 24 Alternativa 2, Fuente: Autores	61
Ilustración 25 Arcilla, fuente: internet	63
Ilustración 26 Agua, fuente: internet	67
Ilustración 27 Organigrama, fuente: autores	74
Ilustración 28 Estantes metálicos, fuente: internet	75
Ilustración 29 Trasportador manual, fuente: autores	76
Ilustración 30 Distribución propuesta, fuente: autores	83
Ilustración 31 Recorridos MP y MO, Fuente: Autores	85
Ilustración 32 Vista 3D software Sketchup, fuente: autores	87
Ilustración 33 Diagrama de PERT, Fuente: Autores	92
Ilustración 34 Plano distribución actual, fuente: autores	94
Ilustración 35 Plano distribución propuesta, fuente: autores	95

Resumen

El presente proyecto realizo una propuesta de mejoramiento locativo en el laboratorio de formación cerámica, con el fin de organizar de manera óptima las áreas que lo conforman y poder lograr la adaptación de una línea de fabricación de productos cerámicos a escala, para el fortalecimiento de los conocimientos teórico-prácticos de los estudiantes inscritos en las carreras de ingeniería industrial y tecnología de procesos industriales, con el fin de lograr una experiencia real de este importante sector productivo de la región.

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo del proyecto se realizaron 3 etapas en las cuales se diagnosticó el estado actual del laboratorio y se evaluaron los principios de distribución de planta, seguidamente se realizó el estudio de distribución de planta mediante la metodología de SLP (Systematic layout planning) y el diseño de los factores, por último, se realizó la modelación de la distribución propuesta teniendo en cuenta los resultados y observaciones del estudio realizado anteriormente.

Introducción

Las plantas pilotos actualmente son utilizadas por las grandes empresas e industrias para calificar el proceso productivo, permitiendo determinar si el proceso es técnico y económicamente viable, así mismo permite establecer los parámetros de operación óptimas de dichos procesos para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial.

Por otra parte, las Instituciones de Educación Superior que cuentan con proyectos de plantas pilotos, que son ejecutados en los diferentes laboratorios de producción e investigación tienen un mayor fortalecimiento en el proceso de aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes en sus diferentes asignaturas académicas.

Por lo tanto, los niveles de competencia educativa exigen la preparación efectiva e integra de profesionales y para esto es necesario que la universidad Francisco de Paula Santander cuenten con las herramientas necesarias para ofrecer experiencias, conocimientos y habilidades a los estudiantes en lo relacionado a las temáticas propias de la que va a ser su profesión.

Atendiendo al Decreto 0792 de mayo 8 de 2001 por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería en su Artículo 11.” Dotación de medios educativos”. El programa debe garantizar a sus alumnos y profesores condiciones que favorezcan el acceso permanente a la información, experimentación y práctica profesional necesarias, para adelantar procesos de investigación, docencia y proyección social. Para tal fin, las Instituciones de Educación Superior deben contar al menos con: Laboratorios de Ciencias Básicas de Ingeniería y de Ingeniería aplicada, así como de sus correspondientes equipos, instrumentos e insumos.

Por lo consiguiente, el presente proyecto tiene como propuesta el adecuamiento del laboratorio de formación cerámica de la universidad Francisco de Paula Santander, el cual tiene como objetivo principal el mejoramiento de la distribución locativa del mismo para la instalación de una planta piloto de producción cerámica a escala, esta propuesta se pretende realizar inicialmente con un diagnóstico del estado actual que presenta la instalación, el desarrollo de análisis de variables de distribución de planta para el diseño del laboratorio y la modelación en 3D de lo que sería la nueva distribución propuesta en la investigación.

1. El problema

1.1.Titulo

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO LOCATIVO PARA LA MODELACIÓN DE PLANTA PILOTO EDUCATIVA EN EL LABORATORIO DE FORMACIÓN CERÁMICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

1.2.Planteamiento del problema

Desde el año 2010 fue inaugurado en la Universidad Francisco de Paula Santander el laboratorio de formación cerámica, en el cual se instituyó una alianza estratégica de fortalecimiento para la educación inicialmente por competencias y posteriormente en la educación superior, que ha funcionado desde entonces como un espacio enfocado en el mejoramiento de la productividad y competitividad del sector cerámico de la región y en el proceso educativo de los estudiantes de la UFPS, especialmente en los programas educativos de Ingeniería Industrial y tecnología en procesos Industriales, donde es utilizado constantemente en el desarrollo de la asignatura de Electiva profesional cerámicos.

El laboratorio de formación Cerámica fue una donación entregada para la UFPS por parte de un programa gubernamental y de algunos sectores económicos para el fortalecimiento del sector cerámico en la región de Cúcuta y área metropolitana, pero a raíz de factores internos y externos de la institución, no se concretó una administración propia, por ende, se ha evidenciado la falta de mantenimientos a nivel de infraestructura y de maquinaria, sumado a esto, el desgaste propio de equipos y herramientas por los ciclos de vida y el uso de estos; que ha generado como consecuencia el deterioro parcial de algunas maquinarias del laboratorio y de su aprovechamiento a nivel educativo.

Actualmente, el laboratorio tampoco cumple con la distribución locativa apropiada, el cual no brinda a los estudiantes una experiencia real del campo laboral, ya que no cuenta con una línea de producción moderna, equipos adecuados y un estado óptimo de trabajo para realizar prácticas experimentales competentes y en un entorno físico que sea el más apropiado para los actores del proceso de enseñanza en el aprendizaje.

En consecuencia, de lo anterior, se realiza la propuesta para el mejoramiento locativo del laboratorio de formación cerámica, el cual tiene como finalidad ensamblar una línea de producción cerámica a escala, con espacios para la capacitación y realización de los diferentes análisis y pruebas, que incrementen los estándares de calidad en los procesos educativos y el fortalecimiento en la adquisición de conocimientos prácticos, para la formación de estudiantes más competentes a nivel profesional.

1.3. Formulación del problema

¿Si se llevara a cabo la propuesta del Mejoramiento de la distribución locativa del laboratorio de formación cerámica de la universidad Francisco de Paula Santander, lograría fortalecer los conocimiento teórico-prácticos de los estudiantes que realicen prácticas en el mismo?

1.4. Justificación

1.4.1. A nivel institucional

Si la universidad Francisco de Paula Santander optara por ejecutar la propuesta planteada, se generaría un impacto positivo en los estudiantes inscritos en los programas educativos de Ingeniería Industrial y Tecnología en Procesos Industriales, ya que fortalecería los conocimientos teóricos adquiridos en materias como:

- la electiva de cerámicos I, II Y III, influiría directamente en la práctica de fabricación de productos cerámicos y en el desarrollo de análisis para la identificación de la materia prima (plasticidad, humedad, contracción al secado, análisis granulométrico, pérdidas por calcinación, retenido sobre tamiz en malla 230, etc.)
- ingeniería de métodos y tiempos, los estudiantes podrían realizar estudios y propuestas en la línea de fabricación de productos cerámicos, teniendo en cuenta las variables teóricas adquiridas en clase.
- Investigación de operaciones, los estudiantes podrían evaluar las rutas críticas en la fabricación a pequeña escala de productos cerámicos.

1.4.2. A nivel del estudiante

Realizar el presente proyecto promueve la investigación de la industria cerámica, permitiéndonos dar aportes educativos para este importante sector económico de Norte de Santander, para lo cual empleamos diversas capacidades profesionales como ingenieros industriales, capacidades adquiridas a lo largo de nuestra carrera formativa en las diferentes áreas y asignaturas como cerámicos I, II, III, distribución en planta y simulación. Todo con el fin de obtener un mejoramiento educativo de alta calidad y obtener una experiencia en el campo laboral de una manera más práctica.

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer el mejoramiento locativo del laboratorio de formación cerámica para la modelación de planta piloto a escala en la universidad francisco de paula Santander.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico general del estado actual del laboratorio de formación cerámica
- Analizar las variables de distribución de planta necesarias para el diseño de la mejora locativa optima en el laboratorio de formación cerámica.
- Modelar el diseño locativo del laboratorio de formación cerámica propuesto en la investigación, mediante la simulación en 3D.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

El presente proyecto tiene como objetivo proponer el mejoramiento de la distribución actual del laboratorio de formación cerámica que se encuentra en la UFPS, con el fin de ensamblar una línea de fabricación de productos cerámicos a escala, con espacios óptimos para la realización de actividades teóricas y experimentales que fortalezcan los conocimientos instruidos por los docentes; para la realización del proyecto se pretenden desarrollar las siguientes actividades, diagnóstico del estado actual del laboratorio, estudio de distribución de planta para las mejoras locativas y la instalación de la línea de producción cerámica a escala, y la modelación en 3D del diseño propuesto.

1.6.2. Limitaciones

El presente proyecto tiene dos factores principales que pueden afectar el desarrollo de este:

- El laboratorio de formación cerámica de la Universidad Francisco de Paula Santander carece de mucha información, no cuenta con la planimetría correspondiente de su infraestructura, con pocas fichas técnicas de equipos y

maquinaria, y tampoco con un inventario de los elementos que conforman el laboratorio, afectando el desarrollo del diagnóstico inicial del mismo.

- El tiempo de ejecución del proyecto puede verse afectado en el momento en que se termine semestre, puesto que en vacaciones la universidad no abre sus puertas para trabajo de campo.

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes

Los siguientes proyectos nacionales e internacionales fueron escogidos como antecedentes en este escrito, puesto que relacionan la reestructuración de los espacios y líneas de producción que evidencian beneficios de las prácticas de laboratorio en el mejoramiento de los procesos académicos y adquisición de competencia por parte de los estudiantes.

ALEJANDRO ROJAS MILLÁN, SANTIAGO DE CALI, (2012), *ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS*

El estudio realizado para la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle, se caracterizó por ser una planta piloto práctica para la realización de las prácticas profesionales de los estudiantes, donde se implementó una adecuación del espacio ya que este era el problema principal en la línea de producción, no tenían una distribución adecuada de las diferentes maquinarias y esto hacía un retroceso en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y no se observaba el impacto positivo que el laboratorio podía darles, las mejoras dieron proyecciones positivas en la gestión de conocimientos y dio como oportunidad la mejora de la productividad tanto para los estudiantes como para la universidad.

Este estudio nos permite tener una guía en el contexto de las variables para el diseño de la planta piloto, donde se podrá determinar la capacidad y el estado en el que se encuentra las maquinarias para el proceso de producción, sobre este contexto se puede aprender todos los aspectos que se pueden utilizar para el mejoramiento de la planta piloto y poder tener una propuesta más actualizada y con bases teórico práctico.

LUIS FERNANDO GARCÍA SÁNCHEZ, WILLIAM FERNANDO VALLEJO, SANTIAGO DE CALI, (2012), DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO DIDACTICA DE INTERCAMBIO TERMICO.

El siguiente proyecto es un diseño de una planta piloto didácticas de intercambio térmico, se llevó a cabo en la Universidad del Valle en la facultad de Ingeniería Química con el fin de la satisfacción de las prácticas de los estudiantes, para poder transmitir un conocimiento más práctica y evaluar las habilidades obtenidas durante toda la carrera y facilitando la transmisión de los conocimiento de los maestros, dicho planta piloto tuvo como principal meta mejorar el proyecto del intercambiador ya que permitió que los estudiantes tuvieron un acercamiento real a lo que es el control de los procesos creando un ambiente de aprendizaje más amplio y desarrollando actividades más realistas para que cada uno se apropie de los temas y puedan ser capaces de desarrollarse de una manera más profesional y dinámica posible. La planta piloto se caracterizó por cumplir los estándares de las normativas vigentes y dieron pie unos estándares mayores para la universidad ya que se desarrollaron de una manera más competente en los procesos industriales.

El proyecto es una guía para las variables cuantitativas ya que nos muestra el mapa de proceso y el diagrama del flujo para el adecuamiento de este, con el fin de verificar los datos cuantitativos para la validación de la propuesta. También este proyecto nos ayuda a tener presente las limitaciones en las normativas vigentes con el fin de tener una acreditación nacional, cumpliendo con todos los estándares de calidad necesarios.

RODOLFO SANTOS QUISPE, LA PAZ – BOLIVIA, (2017), ESTUDIO PARA LA INTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CERAMICOS.

Este trabajo se centra en las falencias presentadas en el proceso productivo ya que en la empresa no tiene una oferta constante en los diferentes productos, este trabajo tiene como fin utilizar la máxima capacidad de la planta ya que tiene un potencial alto pero los recursos no

están bien distribuidos, todo esto con el fin de tener un mejoramiento significativo en la calidad de los productos y una aceptación en el mercado. Se logro la diversificación de los productos ya que se identificó como producir con calidad optimizando recursos y como mejorar el proceso producto por medio de la distribución de planta.

Este trabajo es una guía para realizar las fichas técnicas tanto de los productos como de la maquinaria utilizada en el proceso fabricación cerámica, para la propuesta de la planta piloto a escala, también se observa la realización de análisis cuantitativos para el mejoramiento de la locativo de la planta, adecuando la maquinaria en mejora de los tiempo de producción, se puede concluir que todos los estudios realizados para el mejoramiento de la planta ayudan a reducir costos de producción y a minimizar los riesgos y poder utilizar adecuadamente la planta para obtener un producto de calidad.

DANIELA ALEJANDRA MUÑOZ ESTEFAN, JUAN SEBASTIAN VILLAMIL SAENZ, BOGOTA – COLOMBIA, (2020), PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UNA DISTRIBUCION EN PLANTA EN LA EMPRESA ESTEFAN Y CIA LTDA.

Este proyecto se enfocó en el diseño de una propuesta de mejora para la distribución de proceso productivo, ya que en la empresa se estaba evidenciando una variable de problemáticas en la producción y en la planificación de los tiempos, como también en la optimización de la materia prima, todo esto se evidencia ya que la empresa no tiene a sus empleados en constante formación y se evidencia un desinterés en los empleados y en los jefes inmediatos.

Este proyecto es una guía para los estudios previos en el diseño de la planta piloto a escala y la mejora locativa del laboratorio, así mismo para el diseño de espacios apropiados para la interacción de estudiantes y docentes en las etapas teórico-prácticas que se desarrollen allí,

facilitando la adquisición de conocimientos y aumentando la experiencia en la fabricación de productos cerámicos.

2.2.Marco teórico

2.2.1. Laboratorio de cerámicos

Según lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley 30 de 1992, se decreta los requisitos para el proceso de acreditación institucional, en el cual se establece que las instituciones deben tener una estructura orgánica que garantice el desarrollo académico y administrativo y que incluya procedimientos de autoevaluación permanente, conducentes al logro de la misión y de sus metas. Así como un plan continuo de investigación científica y tecnológica que incluya proyectos concretos, recursos humanos calificados e infraestructura académica y física.

Por lo cual dentro del alma mater es indispensable contar con todos los recursos necesarios para que el estudiante pueda desarrollarse de manera complementaria como profesional, y para el caso de los ingenieros industriales o técnicos en producción industrial, es importante poder tener acceso a espacios educativos prácticos en las áreas afines de la carrera como procesos industriales y la línea de cerámicos las cuales son materias que se encuentran dentro del programa académico de la universidad francisco de paula Santander, tal como lo afirma López y Tamayo 2012, “la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico”.

Por esto, el Centro de Investigación de Materiales Cerámicos (CIMAC) y el laboratorio de formación cerámica de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) se encargan de centralizar todo tipo de información relacionada con el sector cerámico, contando con un

Área de Innovación y Desarrollo Tecnológico, en la cual se realizan experimentos a nivel de laboratorio; Además, el CIMAC se asocia con empresas del sector, como el Grupo de Investigación de Tecnología Cerámica (GITEC) y otros grupos de investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) para la formulación de proyectos con el objetivo de generar y mejorar nuevas técnicas y tecnologías en beneficio del sector.

Por ello es importante continuar con los procesos de mejora continua de estos espacios mediante las propuestas de sus estudiantes, a fin de permitir la mejor experiencia y excelente capacitación de los futuros profesionales.

2.2.2. Proceso de producción de la industria cerámica

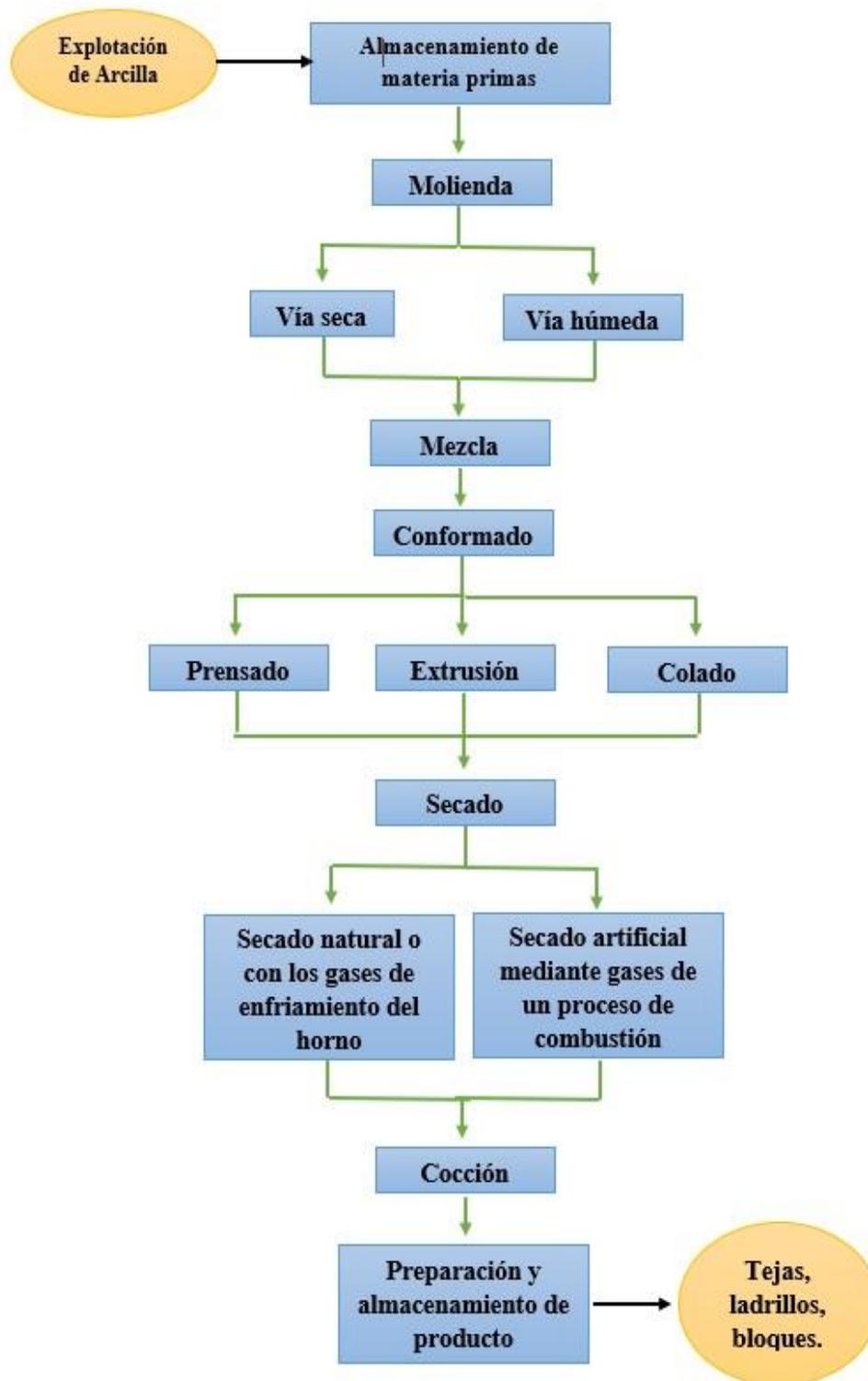


Ilustración 1 Proceso productivo, Leonardo Cely Illera – Cerámicos I

La anterior ilustración se refiere al proceso de producción de la línea de cerámicos de tejas, ladrillos y bloques en el departamento de Norte de Santander. A continuación, se describe el proceso de producción.

2.2.3. Descripción del proceso de producción

Proceso de producción de tejas, ladrillos y bloques.

- **Explotación de Arcilla:** Se realiza por medios manuales o mecánicos y su objetivo principal es de extraer arcilloso de la mina para su uso en procesos siguientes.
- **Almacenamiento de materia prima:** En gran parte de las industrias almacenan sus materias primas arcillosas en galpones y silos de grandes dimensiones, para luego ser transportadas a las siguientes etapas productivas.
- **Molienda:** Es la reducción de tamaño de partículas tanto en materiales plásticos como en los no plásticos, existen dos clases de molienda en la industria:
 - ❖ Molienda en vía seca: Es aquella que se realiza en seco y se utiliza únicamente como procedimiento primario para reducir el tamaño de la roca de arcilla y poder volverla manejable.
 - ❖ Molienda en vía húmeda: Es aquella que se realiza en presencia de agua y se realiza para empezar el proceso cerámico, convirtiendo la arcilla en un líquido fluido llamado barbotina.
- **Mezcla:** En esta operación se va mezclando la arcilla con agua, en la amasadora, en esta máquina se va removiendo, amansando, constante y uniforme hasta que la arcilla esté lista para la operación siguiente, el propósito de esta operación es dosificar o ajustar el porcentaje de agua necesaria para la plasticidad.
- **Conformado:** El conformado se puede llevar a cabo mediante tres procesos:

- ❖ **Prensado:** Es la acción de comprimir o empaquetar una sustancia, en este caso polvos para prensa, hasta el punto de darle la forma del molde de la prensa, por medio de la aplicación de presión.
- ❖ **Extrusión:** Es un proceso usado para crear objetos con sección transversal definidas y fijas, el material es empujado o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada, se usa una extrusora que empuja el bollo de arcilla por una boquilla que tiene un molde determinado.
- ❖ **Colaje:** Es un procedimiento para la reproducción de esculturas o relieves, se consigue agregando barbotina a un molde yeso, gelatina, fibra de vidrio, etc. y esperando a que se endurezca para que adopte la forma del molde, este método es eficaz para conseguir tantas copias como se desee.
- ***Secado:*** Es el proceso donde se elimina el agua agregada en el conformado, para llevarla al proceso de cocción, se tiene que tener en cuenta que es una de las partes más importantes del proceso y se realiza en diferentes tipos de secadores.
- ***Cocción:*** Es el último paso en el proceso de producción, en esta operación se necesita utilizar una cantidad de calor suficiente de manera que haga reaccionar la arcilla y sus componentes, en esta etapa se realiza en hornos de cocción, a diferentes temperaturas dependiendo del producto a fabricar.

2.2.4. Distribución en planta

La manera en la cual se disponen todos los elementos en un lugar ha sido muy importante a través de la historia, los seres humanos al realizar cualquier actividad definen técnicas o pasos del cómo hacerlo, una de las características principales de estas técnicas es el orden, si

bien, separar los elementos a usar y acomodar el lugar de manera que sea más sencillo disponer de todos los elementos a usar, hace que sea necesaria la redistribución.

Según Richar Muther 1961, Expone de una manera positiva los objetivos básicos de una distribución en planta, en la cual se obtienen beneficios como:

- Integración conjunta de todos los factores que afecten a la distribución: Para este sentido se toman en cuenta todos aquellos factores eléctricos, de terreno, de temperatura y otros existentes que deben ser considerados para lograr la eficiencia en la distribución.
- Movimiento del material según distancias mínimas: La distribución tiene por objeto permitir una mayor producción según lo quiera producir en el espacio, en este caso, se requiere que, en el proceso de las líneas de producción de material cerámico, los estudiantes puedan desplazar el material lo menor posible, evitando el consumo de tiempo no productivo durante la práctica.
- Utilización efectiva de todo el espacio: Es importante que todo el espacio sea usado, de manera que no existan lugares desaprovechados perdiendo capacidad de producción y contención dentro del laboratorio.
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores: Dentro del laboratorio es indispensable el uso de maquinaria de nivel industrial como hornos, por lo cual se requiere que la maquinaria esté dispuesta de manera segura, interrumpiendo el desarrollo de factores que generen incidentes o accidentes dentro del lugar.

Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste: Al momento de realizar un reordenamiento de las herramientas, es indispensable crear el espacio propicio mejorando todos aquellos factores que afectan la distribución, de manera que al requerir por cualquier motivo una nueva disposición, esta pueda ser realizada sin necesitar mayor inversión en adecuación.

“Una distribución de planta, no es extremadamente simple, ni es tampoco extraordinariamente compleja, lo que requiere es: a) un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y de las diversas consideraciones que pueden afectar a la ordenación de aquellos, y b) un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos”, (Richard Muther, pág. 43). Para lo cual se tendrán en cuenta las hojas de vida de la maquinaria existente en el laboratorio y la necesaria para el establecimiento de por lo mínimo tres líneas de producción cerámica, de manera que estas se puedan organizar efectivamente en el espacio para la producción.

2.2.5. Modelación 3D

El modelado 3D consiste en utilizar software para crear una representación matemática de un objeto o forma tridimensional, el objeto creado se denomina modelo 3D y se utiliza en distintas industrias como el cine, la televisión, los videojuegos, la arquitectura, la construcción, el desarrollo de productos, la ciencia y la medicina utilizan modelos 3D para visualizar, simular y renderizar diseños gráficos.

En el campo de la ingeniería, el diseño 3D es con frecuencia usado para generar simulaciones, con las cuales se pueda medir el impacto de determinados procesos bajo ciertas variables para así evitar riesgos en la ejecución del proyecto real. (J. Forero, 2017).

2.3.Marco conceptual

Para facilitar al lector la comprensión de la terminología a usar a lo largo de la propuesta se presentan las siguientes definiciones:

- **Distribución en planta o layout:** “La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos”. David de la Fuente & Isabel Q, (2005), pág. 3.
- **Estudio de métodos:** “El estudio o ingeniería de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”. Kanawaty G. (1996), cap. 6, pág. 77.
- **Estudio de tiempos:** “Es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado”. Hodson, (2001), pág. 4.15.
- **Líneas de producción:** “Las líneas de producción son sistemas de manufactura de tipo III con múltiples estaciones y un sistema fijo de ruta, pueden ser manuales, automáticas o híbridas. Es decir, las operaciones de manufactura se realizan en forma secuencial de estación de trabajo a estación de trabajo y el tipo de producto es idéntico o muy similar”. Guía, (2009).
- **Planta piloto:** “Se define como Planta Piloto al proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos”. Anaya A; Pedroza H, (2008).

- **Modelación:** Es “la representación de un objeto real que en el plano abstracto el hombre concibe para caracterizarlo y poder, sobre esa base, darle solución a un problema planteado, es decir satisfacer una necesidad.” Álvarez de Zayas, (1996).

2.4.Marco legal

El marco legal se encuentra las leyes y normas que son necesarias para realizar la distribución de instalaciones industriales y disposiciones de seguridad.

Tabla 1 Normatividad Fuente: Autores.

LEY	DESCRIPCION
Norma técnica Colombiana NTC 1700	Higiene y seguridad. Medidas de seguridad en edificaciones. Medios de evacuación.
Norma Técnica Colombiana NTC 4595	Reglamenta el planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares, con el fin de mejorar la calidad de instituciones en armonía con las condiciones locales, regionales y nacionales. Las áreas de circulación dispuestas deben ser accesibles y deben permitir una rápida evacuación. Entre otras disposiciones.
Resolución 2400 DE 1979	“Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo”
Ley 9 de 1979	Art. 1. Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley.

2.5.Marco contextual

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en el laboratorio de formación cerámica de la universidad francisco de paula Santander, seccional Cúcuta, ubicado en el sector suroriente del campus universitario cerca de la cafetería El Abanico, contiguo al CIMAC.



Ilustración 2 Plano infraestructura física UFPS, localización laboratorio de formación cerámica, fuente: UFPS

El laboratorio de formación cerámica abrió sus puertas el día Lunes 6 de septiembre del año 2010, inaugurándose así en la universidad Francisco de Paula Santander el primer laboratorio de Formación cerámica en Colombia, este centro de estudios y producción fue el resultado de un proceso de innovación educativa, liderado por la UFPS, para promover la tecnificación, comercialización y proyección de la cerámica artesanal de Norte de Santander, en una alianza estratégica entre la academia y el sector público, constituida con más de 20 aliados, las cuales fueron conformadas por el sector cerámico de Norte de Santander (3), instituciones de educación superior (2), instituciones de educación media (11), gobierno regional (7) y entidades de apoyo (3). (Boletín informativo siente la U).

Dicha construcción y apertura se realizó en el marco de la “Revolución Educativa”, liderando el proyecto académico Alianza Cerámica del Norte de Santander ACENS, gerenciado por el Ingeniero Fabio Orlando Segura Escobar, cuyo proyecto tenía como

objetivo el fortalecimiento de la educación técnica y tecnológica para el mejoramiento de la productividad y competitividad del sector cerámico, así mismo crear programas de educación superior formulados por competencias que se articularon con especialidades de medias técnicas mediante ciclos propedéuticos para estudiantes de grado 10º y 11º de las instituciones educativas de Norte de Santander. (Boletín informativo siente la U).

Si bien, el laboratorio de formación cerámica fue creado inicialmente para favorecer a los estudiantes de bachillerato, en los colegios con alianzas a la universidad para promover el desarrollo técnico de los jóvenes de Cúcuta, sin embargo, esto proyecto solo se llevó a cabo por dos años consecutivos por lo que en la actualidad el laboratorio ha perdido su objetivo, en el momento se encuentra sin funcionamiento (para el objetivo que tenía previsto) y presenta deterioro causado por la falta de inversión y mantenimiento durante el periodo de pandemia.

Desde el punto de vista como futuros ingenieros industriales es importante proveer a nuestra alma mater proyectos en pro a mejorar cualquier ámbito de la misma, por ello en la presente propuesta se quiere plantear una distribución de esta planta piloto con el fin de que vuelva a estar en funcionamiento y sirva como lugar de adsorción de conocimiento para los estudiantes de ingeniería industrial y procesos industriales. Promoviendo beneficios en el desarrollo cerámico del departamento y la acción investigativa en producción cerámica.

3. Diseño metodológico

3.1. Tipo de investigación

Para este proyecto se utilizará el tipo de investigación descriptiva, ya que aporta una interpretación de la realidad de un fenómeno específico. Según (Meyer, 1981) El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

El tipo de estudio que se manejará en esta investigación abarcará lo cuantitativo y lo cualitativo. Las fuentes secundarias de esta investigación se tomaron de la información que se obtuvo de la página principal de la UFPS, además de páginas de internet, artículos de periódico y reseñas históricas.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población con la que se realizara el presente proyecto, son los 15 laboratorios de la facultad de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander, que cuenta con infraestructura en laboratorios y talleres, cuya dotación en equipos de última tecnología permite desarrollar procesos de investigación y un fortalecimiento en la enseñanza teórica,

se toma como muestra esta población ya que cumplen con los requisitos para poder calcular la muestra del proyecto.

3.2.2. Muestra

El muestreo utilizado para el presente proyecto es un muestreo no probabilístico denominado muestreo por conveniencia, ya que es una técnica donde la población se selecciona solo porque convenientemente tiene las características que necesitamos para la investigación, por eso la muestra del proyecto equivale a un laboratorio denominado “LABORATORIO DE FORMACIÓN CERÁMICA” del programa de pregrado de Ingeniería Industria y de la tecnología en procesos industriales de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.3. Instrumentos para la recolección de información

En el desarrollo de la propuesta se usarán fuentes primarias y secundarias para la obtención de la información:

3.3.1. Fuentes primarias

Como fuentes primarias se tendrán los formatos de recolección de información propuestos por los autores tales como hoja de valoración de insumos existentes, formato de diagnóstico inicial y mapas de procedimientos y métodos, así mismo el acceso a la edificación comprendida para la propuesta.

3.3.2. Fuentes secundarias

En las fuentes secundarias se hará uso de las investigaciones preliminares de los planos, información de tesis y manuales con relación a las mejoras pasadas del predio, las fotografías, así como los manuales de la maquinaria usada y actual disponible dentro del laboratorio.

3.4.Operacionalización de variables

Tabla 2 Operacionalización de variables, Fuente: Autores

DIMENSION		INDICADORES O INSTRUMENTOS
Distribución en planta	Funcionalidad y flujo	Diagnóstico Inicial de la organización dentro del laboratorio tomando en cuenta el flujo de producción
	Economía y comodidad	Diagnóstico inicial y medición del espacio de trabajo. Tabla de requisitos de funcionamiento para la maquinaria
	Seguridad	Hojas de vida de maquinaria e inventario de materia prima, formato de seguridad (iluminación, ventilación y conexión)
Modelación 3D	Modelación y flexibilidad	Plano inicial y final mediante Ketchup o AutoCAD previendo futuras mejoras dentro del laboratorio

4. Desarrollo del proyecto

4.1. Diagnóstico general del estado actual del laboratorio de formación cerámica

La universidad Francisco de Paula Santander cuenta con diversos laboratorios orientados a la formación de los estudiantes de ingeniería industrial y tecnología en procesos industriales, uno de ellos y el cual es el tema central de este proyecto es el laboratorio de formación cerámica, el cual fue creado para servir como un espacio de adsorción de conocimientos en materiales cerámicos promoviendo la tecnificación, comercialización y proyección de la cerámica artesanal de Norte de Santander dirigida a los estudiantes de 10 y 11 grado de los colegios en convenio con la universidad, a fin de impartir motivación en aprender todo lo relacionado al sector cerámico, puesto que en Norte de Santander es una de las actividades económicas más fuertes y sobresalientes de la región.

Este laboratorio ubicado en el sector suroriente del campus universitario cerca de la cafetería El Abanico, continuo al CIMAC, tiene por área total $193,35m^2$ y está compuesto en la actualidad por ocho áreas entre las cuales están: conformado artesanal, conformado industrial, aula de diseño, preparación de pastas, decoración, secado y cocción, control y calidad y almacén.

Según las evidencias tomadas en el laboratorio de formación cerámica de la universidad francisco de paula Santander se pudo verificar el estado actual del laboratorio en distribución de maquinaria y factores de seguridad (iluminación, ventilación, conexión, estado actual de los techos y paredes entre otras disposiciones).

4.1.1. Flujo de producción y distribución actual del laboratorio de formación cerámica

Se identificaron y enumeraron los pasos a seguir para la elaboración de un producto cerámico.

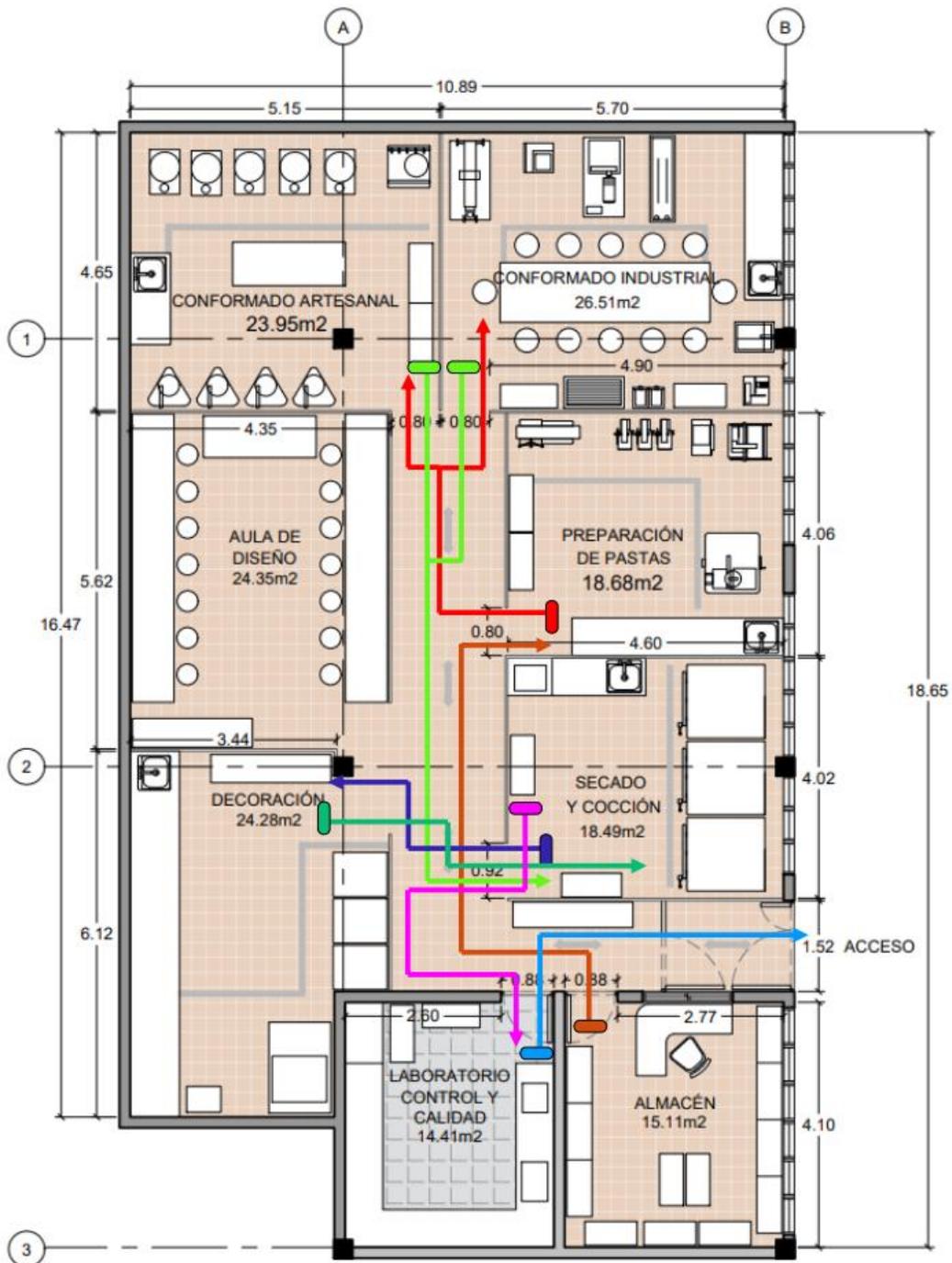


Ilustración 3 Distribución actual de planta laboratorio de Formación cerámica UFPS, fuente: autores.

Cómo se observa en la ilustración 3. Distribución actual de planta laboratorio de Formación cerámica UFPS, se señalaron los lugares a usar según la secuencia correspondiente a la elaboración a escala de un producto, demostrando que el flujo de producción dentro del laboratorio es complejo y no secuencial, negando la posibilidad de un aprendizaje real del campo laboral del sector cerámico, otorgando la necesidad de proponer mejoras locativas en la distribución actual del laboratorio para solucionar problemas como el transporte de materia prima y producto en proceso dentro del lugar.

→ Recorrido 1 (Almacén a Preparación de pastas): En la primera etapa se trasladan las materias primas seleccionadas (tipos de arcillas) del almacén hacia el área de preparación de pastas donde se encuentran el molino de martillos y el molino de bolas los cuales realizan la molienda por vía seca o vía húmeda según la selección, reduciendo el tamaño de partícula, tanto en materiales plásticos como en los no plásticos, para luego someterlos a una etapa de amasado que con presencia de agua le otorgaran propiedades de uniformidad y flexibilidad a la pasta.

Para el control de las operaciones que se llevan a cabo en el área de preparación de pastas, se realizan ensayos como, retenido sobre tamiz en malla 230, separación granulométrica y plasticidad.

→ Recorrido 2 (Preparación de pastas ha Conformado industrial / Conformado artesanal): Una vez preparada la pasta, el material procede a trasladarse al área de conformado artesanal si el fin de la producción son tasas, jarrones y diseños propios, los cuáles se llevan acabó por medio de tornos de pedal y automáticos.

O se trasladarán al área de conformado industrial si se llevarán acabó la elaboración de productos como tabletas, tejas y ladrillos, esto mediante un proceso de conformado por extrusión o por prensado.

Para el control de operaciones que se llevan a cabo en el área de conformado industrial se realizan ensayos de humedad y flexibilidad.

→ Recorrido 3 (Conformado industrial / Conformado artesanal a Secado y cocción): Una vez conformados los productos, se trasladan a las estufas con temperaturas no mayores a 130° ubicadas en el área de secado, con el fin de disminuir el porcentaje de humedad en gran parte, que se agregó en el conformado, antes de pasar a la cocción, evitando deformidades, agrietamientos y una mayor porosidad.

Para el control de operaciones que se llevan a cabo en el área de secado y cocción se realizan ensayos como, control lineal del secado, pérdidas por secado y curva de bigot.

→ Recorrido 4 (Secado y cocción a Decoración): Terminada la etapa de secado, los productos son llevados al área de decoración para someterlos a un procesó en el cual son revestidos por capas de vitrificantes o nitroxidos que le proporcionan brillo, resistencia al desgaste, resistencia térmica y demás.

→ Recorrido 5 (Decoración a Secado y cocción): Una vez se complete el revestimiento de los productos cerámicos son llevados nuevamente al área de secado y cocción para someterlos en hornos a temperaturas mayores de 1100 grados, que reaccionan las arcillas y sus componentes, otorgándole propiedades de dureza y resistencia mecánica.

→ Recorrido 6 (Secado y cocción a control de calidad): Después de terminar el proceso de cocción los productos son trasladados al área de control de calidad, los cuales son sometidos a ensayos de, contracción lineal de cocido, perdidas por calcinación, resistencia a la flexión, absorción de agua y eflorescencias.

4.1.2. Descripción del laboratorio de formación cerámica

La disposición de maquinaria dentro del laboratorio se encuentra dividida según las áreas, en las cuales se encontraron los siguientes equipos:

- ***CONFORMADO ARTESANAL 23.95 m²: 10 tornos eléctricos:***

Esta área está destinada al desarrollo de procesos de cerámica artesanal. Para realizar operaciones de torneado y terrajado de arcilla, moldeado manual de arcilla y laminado de placas de arcilla, entro otras operaciones que se consideran pertinentes a esta actividad artesanal.



Ilustración 4 Conformado artesanal, fuente: autores

- **CONFORMADO INDUSTRIAL 26.51 m²:** *Troqueladora manual - Prensa hidráulica - Extrusora sin vacío - Extrusora con vacío – Mezcladora:*

En este espacio físico se pretende desarrollar operaciones físicas de transformación de materias primas preparadas en productos conformados, tales como pastas plásticas transformadas en materiales extruidos (bloques, tubos, tabletas) o en ocasiones también se podría troquelar laminas plásticas de arcilla; Polvos atomizados en materiales prensados y barbotinas en materiales vaciados.



Ilustración 5 Conformado industrial, fuente: autores

- **PREPARACION DE PASTAS 18.68 m²:** *Tamiz - 3 agitadores de hélice – Molinos de martillo – Molienda de bolas:*

Esta etapa productiva está destinada a la transformación de diferentes materias primas propias de esta industria, en sub productos que posteriormente se utilizaran en las siguientes etapas o fases; se pueden obtener arcillas molidas, arcillas molidas y tamizadas, barbotinas y barbotinas dispersas.



Ilustración 6 Preparación de pastas, fuente: autores

- **SECADO Y COCCION 18.49 m²: 3 hornos estacionales - Estufa de secado:**

Esta etapa del proceso productivo colocada en la escena del laboratorio, se busca eliminar el agua que se utilizó para el proceso de conformación, es decir, por medio de aires calientes se extrae la mayor parte de humedad del producto conformado y se le da mayor resistencia mecánica al producto



Ilustración 7 Secado y cocción, fuente: autores

- **DECORACION 24.28m²:** *Cabina de esmaltado - 3 decoradoras manuales - Mesa Serigráfica:*

Esta área del proceso simulado está destinada a decorar los productos ya sea en dureza plástica, dureza de cuero o seco; también se pueden decorar bizcochos, es decir, material precocido. La decoración es la aplicación de una cubierta de engobe, esmalte, pigmentos o demás materiales que se utilizan para esta operación.



Ilustración 8 Decoración, fuente: autores

- **CONTROL DE CALIDAD 14.41 m²:** *Estufa de secado – Horno mufla:*

En esta etapa se pretende desarrollar algunas actividades de control. Ya sea de materias primas, producto en proceso y producto terminado.



Ilustración 9 Control de calidad, fuente: autores

- **ALMACEN 15.11m²: 5 estantes – escritorio:**

Esta zona es de ubicación administrativa y se realizan control de inventarios, insumos, maquinarias y demás.



Ilustración 10 Almacén, fuente: autores.

Se puede evidenciar que todas las áreas del laboratorio de formación cerámica pertenecen a una misma planta que tiene grandes afectaciones físicas evidenciadas en la poca iluminación, la falta de ventilación, el deterioro del techo, el desgaste de máquinas y herramientas y la pérdida de espacios por la ocupación de materiales.

Así mismo, por consecuencia de factores tales como la pandemia y la falta de presupuesto en la administración propia del laboratorio de formación cerámica, se tiene poca información de las fichas técnicas de cada maquinaria a fin de ser más específicos o dar detalle sobre las anteriores mencionadas. Sin embargo, se pudo recolectar información de maquinaria registrada en el momento de creación del laboratorio.

4.1.3. Recolección de información de maquinaria, equipos e implementos dentro del laboratorio.

ITEM	CANTIDAD	MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	ESPECIFICACIONES GENERALES
1	1	Molino Pulverizador	(0,5 m x 0,5 m) cap. 20 – 50 kg/h
2	1	Molino de Bolas Alsing	(0,3 m x 0,5 m) cap. 50 litros
3	1	Tamiz	(0,6 m x 0,4 m) malla 12
4	1	Mezcladora	(1 m x 0,5 m) 20 – 50 kg/h
5	1	Extrusora con vacío Monoblock	(1 m x 0,5 m) con 4 boquillas y mesa cortadora 50–100 kg/h
6	1	Laminador	(1 m x 0,45 m)
7	1	Extrusora sin vacío	tres boquillas
8	1	Extrusoras manual sin vacío de pie	tres boquillas (ladrillo, tubo, tira)
9	1	Troqueladora Manual	de 10 Tn con dos juegos de figuras (0,6 cm x 0,6 cm)
10	1	Prensa Hidráulica	(4 – 6 Tn) (0,6 m x 0,6 m) con dos moldes de prensado
11	10	Torno Eléctrico	con herramientas (0,9 m x 0,7m) con plato de 30cm de diámetro.
12	3	Horno Eléctrico	1250°C (0.45 m x 0.5 m x 0.8m) con soportes y tablero con curva de Temp.
13	1	Cabina de Esmaltado	
14	3	Mesa Serigráfica	
15	2	Aerógrafo	
16	1	Compresor	
17	1	Quemador de plástico	
18	2	Agitadores de Hélice	
19	1	Banco de colaje	(0.45 m x 1.2 m x 0.6m) con 30 moldes de escayola
20	1	Dispensor de acero inoxidable	de 50 lt
21	5	Timbos plásticos con tapa	de 100 lt
22	5	Timbos plásticos de con tapa	de 50 lt

La tabla anterior es el resumen de la CONVOCATORIA PUBLICA NO. 001 DE 2010 denominada **ALIANZA CERÁMICA DEL NORTE DE SANTANDER – ACENS**, en

el cual se describen puntualmente los equipos, maquinas e implementos puestos en servicio en el laboratorio de formación cerámica, en los cuales, se puede evidenciar actualmente un deterioro por consecuencia de sus años de uso y la falta de mantenimiento.

4.1.4. Distribución eléctrica de cada área del laboratorio de formación cerámica

La distribución de la energía eléctrica es la etapa final como parte del sistema eléctrico, en la cual se lleva la energía desde las subestaciones de las centrales eléctricas hasta los hogares, industrias, comercios y oficinas de los usuarios finales, mediante redes de distribución.

A continuación, se indica la distribución eléctrica actual de cada área del laboratorio para evidenciar y considerar las restricciones del mismo.

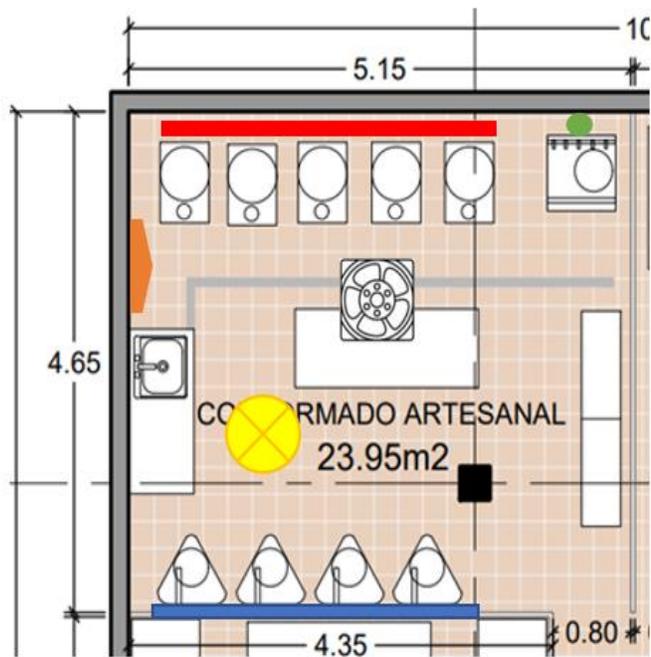


Ilustración 11 Plano eléctrico - Conformado artesanal, fuente: autores

CONFORMADO ARTESANAL

- 5 tomacorrientes dobles (220V)
- 1 tomacorriente tipo "O" (220V)
- 4 tomas dobles (110V)
- 2 ventiladores- extractor de techo
- 2 fluorescentes
- ▤ 1 aire acondicionado

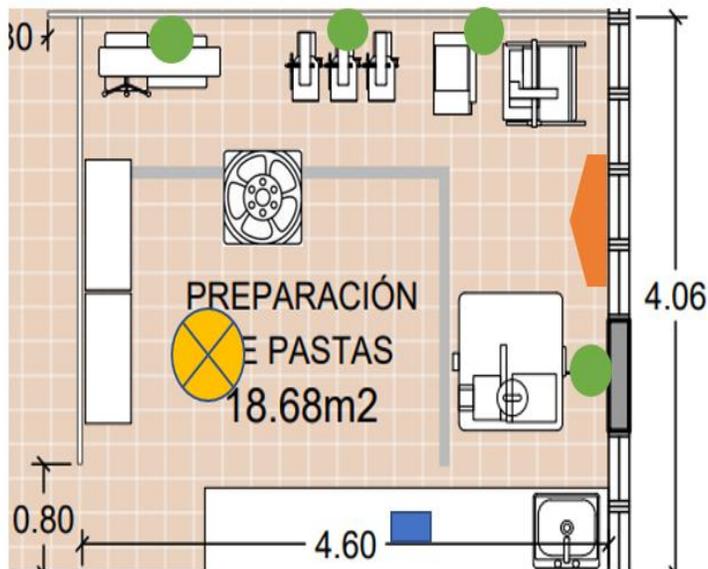


Ilustración 12 Plano eléctrico - Preparación de pastas, fuente: autores

PREPARACION DE PASTAS

- 4 tomacorriente tipo "O" (220V)
- 1 tomas dobles (110V)
- 1 ventiladores- extractor de techo
- 2 fluorescentes
- ▤ 1 aire acondicionado

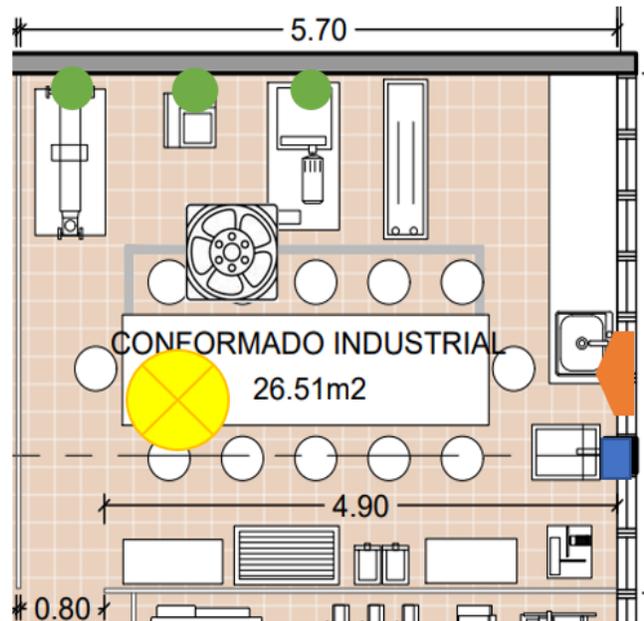


Ilustración 13 Plano eléctrico - conformado industrial, fuente: autores

CONFORMADO INDUSTRIAL

- 3 tomacorriente tipo "O" (220V)
- 1 tomas dobles (110V)
- 2 ventiladores- extractor de techo
- 2 fluorescentes
- ▤ 1 aire acondicionado

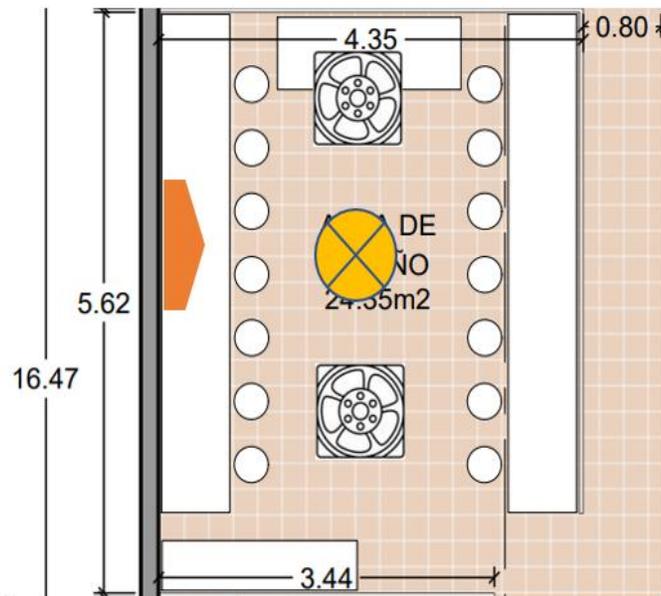


Ilustración 14 Plano eléctrico – Aula de diseño, fuente: autores

AULA DE DISEÑO

- 2 ventiladores- extractor de techo
- 2 fluorescentes
- ▤ 1 aire acondicionado

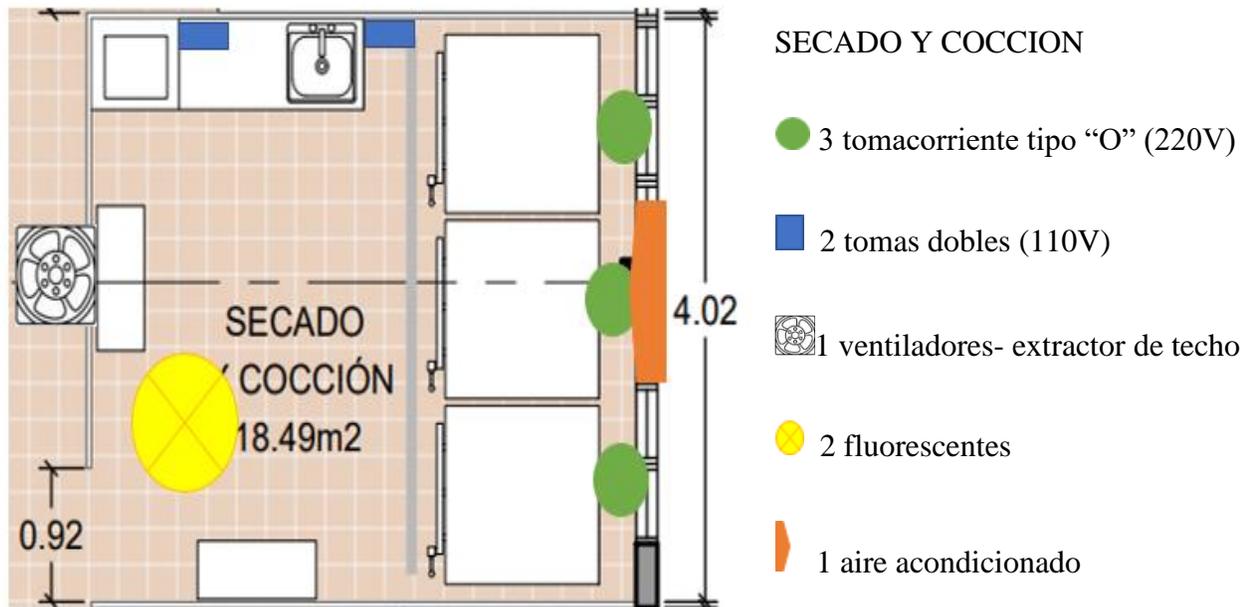


Ilustración 15 Plano eléctrico - secado y cocción, fuente: autores

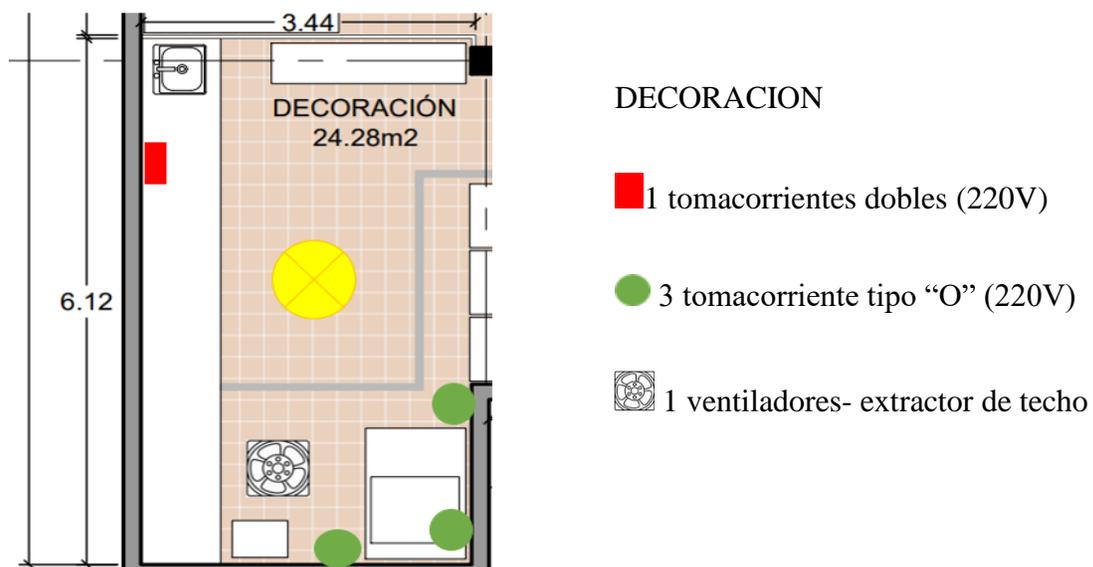


Ilustración 16 Plano eléctrico - decoración, fuente: autores



Ilustración 17 Plano eléctrico - laboratorio de control de calidad

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

- 2 tomacorrientes dobles (220V)
- 1 tomacorriente tipo "O" (220V)
- 5 tomas dobles (110V)
- 2 fluorescentes
- ┌ 1 aire acondicionado compartido

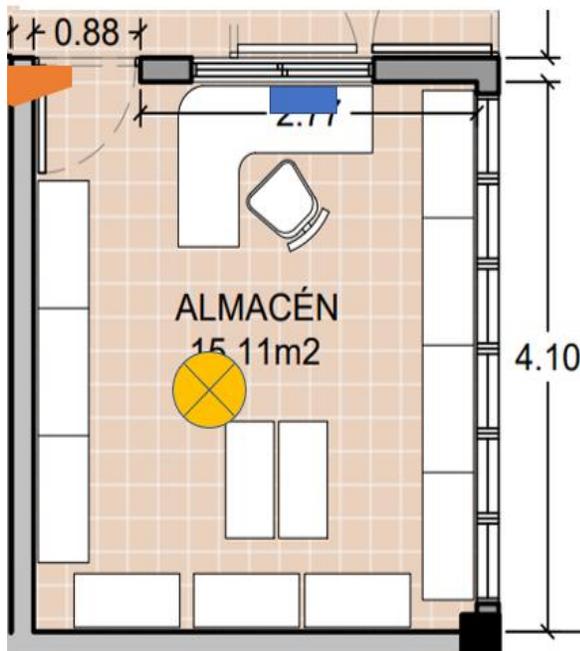


Ilustración 18 Plano eléctrico - Almacén, fuente: autores

ALMACEN

- 1 tomas dobles (110V)
- 2 fluorescentes
- ┌ 1 aire acondicionado compartido

Para efecto del proyecto y en consecuencia de la poca información del laboratorio de formación cerámica que reposa en la base de datos del departamento de planeación de la UFPS, no se tiene registro de los planos eléctricos, ni de acueducto de la infraestructura a trabajar, se decide mencionar cada área con sus respectivas fuentes de electricidad, de modo que se reconozcan los puntos de conexión fijos en donde la maquinaria de acuerdo a las especificaciones de voltaje pueda ser redistribuidas dentro del laboratorio siguiendo los lineamientos de distribución de planta para una óptima reorganización de las mismas.

4.2. Análisis y propuesta de mejora locativa para el laboratorio de formación cerámica

Para el análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial del laboratorio de formación cerámica, mediante la búsqueda de información primaria, la toma de registros fotográficos y la construcción manual del plano actual, se realizó una evaluación de criterios de acuerdo al cumplimiento de los principios de distribución en planta propuestos por Richard Muther en su libro distribución en planta 2da edición.

4.2.1. Descripción y análisis de los principios de distribución en planta de muther para la situación actual

De manera que se pueda apreciar la deficiencia en la disposición actual del laboratorio de formación cerámica, se analizará el cumplimiento de la misma en relación a los principios de distribución de planta.

- ***Principio de la integración de conjunto:*** “La distribución óptima será aquella que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único”

Tabla 3 Evaluación de principio - Integración de conjunto, fuente: autores

<i>Clasificación</i>	<i>Selección</i>	<i>Observación</i>
<i>Totalmente</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente el laboratorio no cuenta con un sistema de capacitaciones que fortalezcan los conocimientos de docentes y alumnos para el uso adecuado de estos instrumentos.
<i>Medianamente</i>		<ul style="list-style-type: none"> • No, el manejo de estos mecanismos solo se lleva a cabo por los docentes que tienen conocimientos previos en esta área, los cuales han trabajado o realizado proyectos en la industria cerámica de la región.
<i>Insuficientemente</i>	x	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes inscritos a las asignaturas de cerámicos I, II, II cuentan con guías para la realización de ensayos, con el objetivo de llevar a cabo el control de calidad desde la etapa de selección de materias primas, hasta el producto terminado.
<i>No cumple</i>		

- **Principio de la mínima distancia recorrida:** “Será aquella la mejor distribución la que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas”

Tabla 4 Evaluación de principio - Mínima distancia recorrida, fuente: autores

<i>Clasificación</i>	<i>Selección</i>	<i>Observación</i>
<i>Totalmente</i>		
<i>Medianamente</i>		Actualmente las áreas de trabajo del laboratorio no cumplen con un flujo continuo para la elaboración de un producto cerámico (observar ilustración 3), obteniendo como resultado, recorridos con mayor distancia.
<i>Insuficientemente</i>		
<i>No cumple</i>	x	

- **Principio de la circulación o recorrido:** “Será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales”

Tabla 5 Evaluación de principio - circulación o recorrido, fuente: autores

Clasificación	Selección	Observación
<i>Totalmente</i>		<i>Las áreas de trabajo del laboratorio no están organizadas en función de un flujo real, dado, desde la adquisición de materias primas, producto en proceso y producto terminado para la elaboración de un producto cerámico.</i>
<i>Medianamente</i>		
<i>Insuficientemente</i>		
<i>No cumple</i>	x	

- **Principio del espacio cúbico:** “Será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio”

Tabla 6 Evaluación de principio - Espacio cubico, fuente: autores

Clasificación	Selección	Observación
<i>Totalmente</i>	x	<i>El laboratorio cuenta con estantes verticales en cada área de trabajo que son puestos en disposición según la necesidad de las mismas, optimizando espacios, que son aprovechados para el flujo de personal y puestos de trabajo.</i>
<i>Medianamente</i>		
<i>Insuficientemente</i>		
<i>No cumple</i>		

- **Principio de satisfacción y seguridad:** “Será mejor aquella distribución la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos”

Tabla 7 Evaluación de principio - Satisfacción y seguridad, fuente: autores

Clasificación	Selección	Observación
<i>Totalmente</i>		<ul style="list-style-type: none"> • <i>El estado actual de las lámparas del laboratorio no es favorable ya que se encuentran bombillos y</i>

		<i>fluorescentes que se han quemado por su tiempo de uso.</i>
<i>Medianamente</i>		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Se comprobó que los aires acondicionados y los extractores de aire no están en funcionamiento, que en sectores del laboratorio las placas del subtecho (cielo raso) se han ido deteriorando y cayendo, trayendo como consecuencia el poco flujo de aire, que aumenta la sensación térmica del mismo y afecta a estudiantes y docentes que realizan prácticas allí.</i>
<i>Insuficientemente</i>		<ul style="list-style-type: none"> • <i>El laboratorio no cuenta con EPP propios que puedan ser puestos en disposición para los estudiantes y docentes que trabajen allí, aumentando riesgos de accidentes por la manipulación de materiales, equipos y herramientas del mismo.</i>
<i>No cumple</i>	x	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Se observa que la señalización actual está en un mal estado, así mismo no se evidencio señalización o documentación que instruyan en el adecuado uso y peligros sobre el funcionamiento de la maquinaria.</i>

- **Principio de flexibilidad:** “La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible. (Adapte a los cambios del entorno, demanda, incluir mesas, máquinas”

Tabla 8 Evaluación de principio - flexibilidad, fuente: autores

Clasificación	Selección	Observación
<i>Totalmente</i>	x	<i>Se comprobó que los equipos, máquinas y hermanitas pueden ser ajustados con facilidad, siendo un factor importante, ya que es el objetivo principal de la presente propuesta, permitiendo adaptar estos instrumentos según la necesidad de producción, en la elaboración de un producto cerámico.</i>
<i>Medianamente</i>		
<i>Insuficientemente</i>		
<i>No cumple</i>		

4.3. Estudio de distribución de planta

Con el fin de cumplir el objetivo del presente proyecto, se realiza el estudio de mejoramiento locativo, mediante la metodología systematic layout planning (SLP) diseñado por (distribución de planta, Muther Richard 1968), como una guía para el planeamiento de distribución en planta para el laboratorio de formación cerámica de la universidad Francisco de Paula Santander, contemplando factores tales como el diagrama de operaciones siguiendo el proceso productivo cerámico (ver ilustración 1), la relación entre áreas (almacén de materia prima, área de producción, control de calidad y área artesanal), la disposición de espacio, las consideraciones de modificación y la evaluación de alternativas.

4.3.1. Diagrama de operaciones

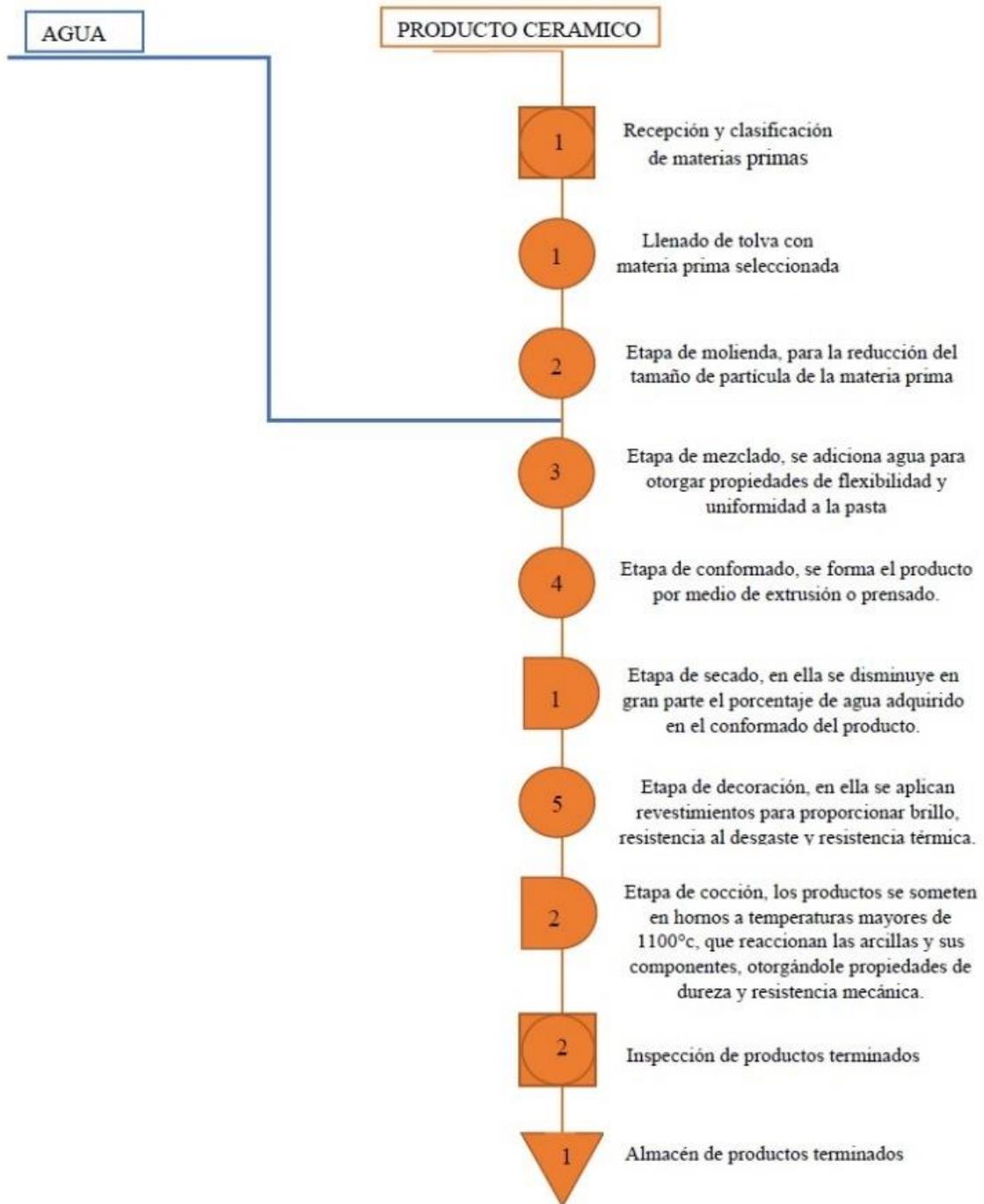


Ilustración 19 Diagrama de operaciones, fuente: autores

El anterior diagrama detalla las operaciones realizadas en la línea de producción cerámica desde la adquisición de materias primas hasta el almacén de productos terminados, para la

elaboración de tejas, ladrillos y bloques, siendo estos los productos que se pueden fabricar en el laboratorio.

Concluyendo, que el tipo de distribución más óptimo, es la distribución por proceso, ya que se utiliza para la fabricación de productos que requieren la misma maquinaria, como es el caso de la elaboración de productos cerámicos, los cuales en su fabricación cumplen con las mismas etapas productivas, variando solamente en las áreas de molienda y conformado que son fácilmente ajustadas según la elección del producto.

4.3.2. Relación de áreas

Es importante contemplar, que se pretende diseñar cuatro áreas que conformen el laboratorio de formación cerámica, las cuales son:

- Área de almacén: para el depósito de materiales arcillosos, equipos y herramientas.
- Área de producción: esta dispondrá de una línea de producción cerámica educativa, que detalle las etapas de molienda, mezclado, conformado, secado y cocción, para la formación de profesionales con experiencia real del sector cerámico.
- Área de control de calidad: allí se realizarán estudios e inspecciones a materias primas, productos en procesos y productos terminados, mediante ensayos de retenido sobre tamiz en malla 230, separación granulométrica, plasticidad, humedad, flexibilidad, control lineal del secado, pérdidas por secado, curva de bigot, contracción lineal de cocido, pérdidas por calcinación, resistencia a la flexión, absorción de agua y eflorescencias.
- Área artesanal, esta área será destinada para la elaboración de productos que serán conformados manualmente con ayuda de tornos.

Tabla 9 Relación de áreas, fuente: Muther

VALOR	RELACION ENTRE AREAS	VALOR NUMERICO	N° LINEAS
A	intensidad de flujo alta	4	4
E	intensidad de flujo especialmente alta	3	3
I	intensidad de flujo importante	2	2
O	intensidad de flujo ordinaria	1	1
U	intensidad de flujo sin importancia	0	0
X	proximidad indeseable	-1	línea quebrada

Siguiendo los lineamientos de Muther, se realiza la evaluación de la interacción de las áreas que conformaran el laboratorio de formación cerámica (almacén de materia prima, área de producción, control de calidad y área artesanal), para la distribución más óptima que cumpla con el principio de la mínima distancia recorrida y el principio de circulación.

Tabla 10 Relación de las áreas del laboratorio fuente: autores

DE / HACIA	ALMACEN	PRODUCCION	CONTROL DE CALIDAD	AREA ARTESANAL
Almacén	N/A	4	3	1
Producción	4	N/A	3	2
Control de calidad	3	3	N/A	1
Área artesanal	1	2	1	N/A

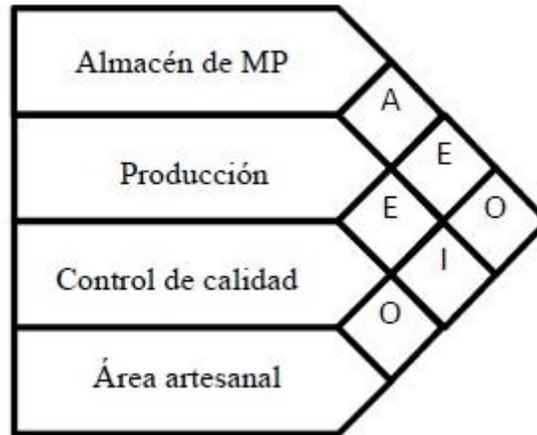


Ilustración 20 Grafico de relación de áreas fuente: Autores

Según la interacción de las áreas se puede deducir:

- El área almacén tendría una intensidad de flujo alta con el área de producción, ya que esta suministraría las materias primas (arcillas), maquinarias y herramientas para iniciar la elaboración de un producto cerámico.
- El área de control de calidad tendría un flujo especialmente alto con el almacén y el área de producción, ya que allí se realizarán procedimientos de clasificación de MP e inspecciones de productos en proceso y productos terminados.
- El área artesanal tendrá una intensidad de flujo considerable con el área de producción ya que en esta área se realizará el secado y la cocción de los productos elaborados artesanalmente, pero una intensidad de flujo bajo con las áreas de almacén y control de calidad ya que no dependerá en gran parte de estas.

4.3.3. Disposición de espacio

Para el mejoramiento locativo del laboratorio de formación cerámica se dispone de un área total de 133.903 m^2

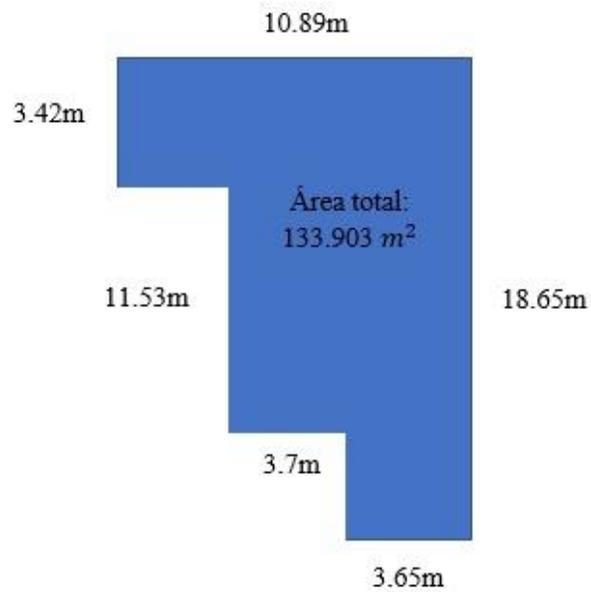


Ilustración 21 Área disponible, fuente: Autores

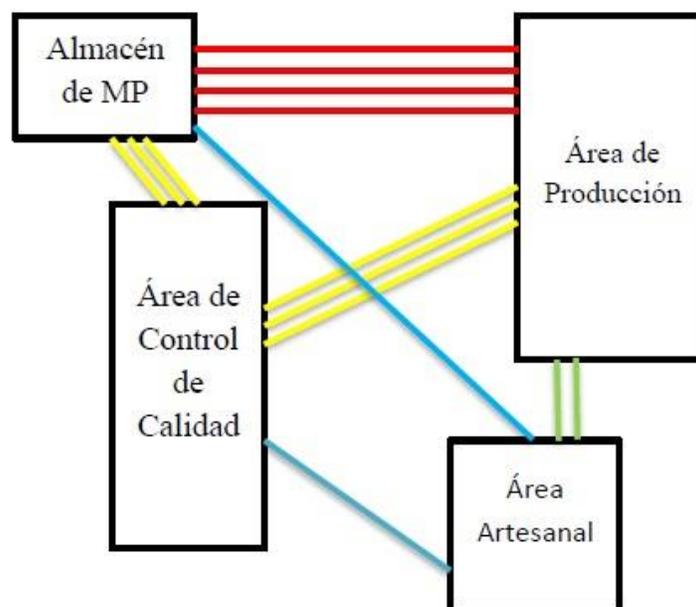


Ilustración 22 Diagrama de relación de Espacios, fuente: Autores

Observando el diagrama de relación de espacios y el área disponible para la mejora locativa del laboratorio de formación cerámica, se realizarán dos propuestas de retribución mediante diagramas de bloques, considerando las condiciones físicas del lugar y la evaluación de las mismas.

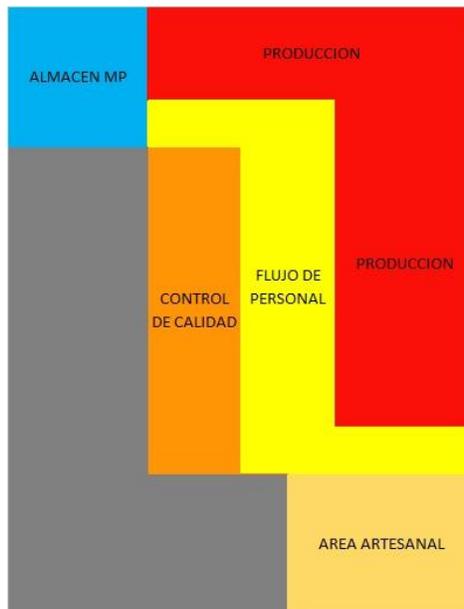


Ilustración 23 Alternativa 1, Fuente: Autores



Ilustración 24 Alternativa 2, Fuente: Autores

Otras consideraciones:

- La línea eléctrica de alto voltaje para la alimentación de maquinaria se encuentra ubicada en la pared superior y la pared derecha del laboratorio.
- Los hornos no pueden ser reubicados debido a su consumo energético.

Tabla 11 Puntuación, fuente: Autores

<i>NIVEL</i>	<i>PUNTUACION</i>
EXCELENTE	5
BUENO	4
REGULAR	3
MALO	2
INSUFICIENTE	1

Tabla 12 Ponderación de Factores, fuente: Autores

FACTORES	PONDERACION
FLUJO DE MATERIAL	0,15
FLUJO DE PERSONAS	0,2
USO OPTIMO DE ESPACIO	0,15
CONDICIONES DE SEGURIDAD	0,2
FACILIDAD DE AJUSTE	0,15
DISPOSICION ELECTRICA	0,15

Tabla 13 Evaluación de alternativas, Fuente: Autores

FACTORES	PONDERACION	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		PUNTUACION	MARGEN	PUNTUACION	MARGEN
FLUJO DE MATERIAL	0,15	4	0,6	3	0,45
FLUJO DE PERSONAS	0,2	4	0,8	4	0,8
USO OPTIMO DE ESPACIO	0,15	4	0,6	3	0,45
CONDICIONES DE SEGURIDAD	0,2	4	0,8	4	0,8
FACILIDAD DE AJUSTE	0,15	4	0,6	3	0,45
DISPOSICION ELECTRICA	0,15	5	0,75	2	0,3
	1		4,15		3,25

Realizando la implementación de la metodología systematic layout planning (SLP), podemos definir que la alternativa más apropiada para la redistribución del laboratorio de formación cerámica es la alternativa 1, ya que esta cumple con las consideraciones físicas, eléctricas y de relación expuestas anteriormente.

4.4. Diseño de factores de distribución en planta

Con el fin de cumplir con los principios de distribución de planta en el laboratorio de formación cerámica, se realiza el diseño de factores que permitan un óptimo funcionamiento del mismo:

4.4.1. Factor material



Ilustración 25 Arcilla, fuente: internet

Arcilla: La arcilla es el elemento más importante del laboratorio de formación cerámica, ya que esta será el objeto de estudio, análisis, investigación y transformación mediante un proceso artesanal y un proceso industrial.

La arcilla es la fracción de suelo con tamaño menor a dos micras, cuya composición comprende especies de naturaleza química diversa: minerales de arcilla (filosilicatos cristalinos, aluminosilicatos amorfos (alófana), óxidos e hidróxidos metálicos, carbonatos, sulfatos, materia orgánica, entre otros. Los

minerales de arcilla son esencialmente aluminosilicatos hidratados que pertenecen a la familia de los filosilicatos (Carriazo et al., 2004).

Así mismo, las arcillas pueden clasificarse según su mineralografía (ricas en caolinita), su quimismo (alto contenido en alúmina), su origen geológico (de tipo sedimentario), sus propiedades físicas (plasticidad, etc.), su utilización industrial (sector refractario, construcción, etc.), entre otros parámetros.

Tomando como base la mineralogía, que es una de las principales formas de clasificarlas, las arcillas están contenidas de minerales arcillosos y minerales no arcillosos, que son los que brindan la plasticidad y las propiedades de secado y cocción de los productos finales hechos a base de esta materia prima. (J. G. Carriazo, 2012).

Tipologías de arcilla.

- ***Caolinita:*** Caolinita es el nombre que recibe un mineral del grupo de la arcilla, blanco, silicato aluminico hidratado. El término caolín es aplicado a productos principalmente compuestos por caolinita (en algunos casos haloisita), el cual se produce a partir de yacimientos minerales que contengan una cantidad significativa de caolinita. Se podría definir como caolín a toda roca masiva con un porcentaje variable de minerales de la arcilla, de composición igual o próxima a la del mineral caolinita ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que sean fáciles de concentrar por separación de los restantes minerales. El término equivale a la denominación inglesa de china clay (BARTOLOME, 1996)

Illita. Las Illitas se derivan generalmente de las micas como la moscovita, aunque contienen menos potasio y más agua de hidratación, por lo que se denomina mica hidratada.

Otra de sus principales características es la de tener una mayor capacidad de intercambio

iónico, es decir una mayor posibilidad de retener y liberar iones que pueden ser utilizados por las plantas para su alimento. La Illita posee una distancia entre planos similares de paquetes unitarios de aproximadamente 10 \AA y una distancia interlaminar de 3.5 \AA . Además, presenta cierta facilidad para la fijación de potasio y amonio. La Illita es una arcilla no expandible, con una capacidad de intercambio intermedia, además posee una densidad que varía de 2.6 a 2.7 g/ml (Garay R., 2007).

- **Montmorillonitas:** La montmorillonita es un mineral arcilloso tipo esmectita. Tiene una configuración de 2:1 la cual está constituida por dos hojas tetraédricas de silicio-oxígeno y de una octaédrica de aluminio-oxígeno-oxhidrilo. En la hoja tetraédrica, cuatro oxígenos se coordinan con el átomo silicio en el vértice del tetraedro. El silicio tetravalente es substituido a veces por el aluminio trivalente. En la hoja octaédrica, los átomos de aluminio se coordinan con seis átomos de oxígeno o grupos del oxhidrilo que estén situados en los vértices de un octaedro. El aluminio trivalente es substituido por magnesio, hierro, cinc, níquel, litio u otros cationes (Díaz Nava et al., 2002).

Arcillas Presentes en la Región

La geología predominante de la ciudad corresponde a unidades sedimentarias estratificadas y no estratificadas del Terciario y Cuaternario. Al Terciario corresponden las unidades litológicas del grupo Guayabo, formación León y formación Carbonera, caracterizados por una secuencia de ínter estratificación de arcillolitas y de areniscas. Se describen a continuación las unidades predominantes en la zona (Medrano & Sarmiento, 2005).

Formación Grupo Guayabo. Aflora extensamente en la plancha 99-Villa del Rosario, especialmente al Este del Río Pamplonita, la unidad está constituida en general por areniscas de color blanco a gris, grano fino a grueso, micáceas, con intercalaciones de lodolitas grises. En la Concesión Barco el espesor de la Formación Guayabo es de 803 m en la sección de la Quebrada León, pero en esta sección falta la parte superior de la formación. El Grupo Guayabo reposa concordantemente sobre la Formación León; el límite es nítido cuando los niveles de arenas del Grupo Guayabo descansan sobre las shales de la Formación León. La parte superior de la formación está en discordancia angular con los depósitos cuaternarios (Fuquen et al., 2011).

Formación Geológica León. La Formación León es la unidad más blanda de las diferenciadas en el levantamiento geológico, conforma geomorfológicamente pendientes suaves de montículos a colinas, y conforma regionalmente los valles fluviales de las quebradas La Floresta y Tonchalá. La unidad se distribuye desde la ciudad de Cúcuta en una franja sur-norte, que estructuralmente se dispone en sinclinales y anticlinales (e.g. Sinclinal de Oripaya, Anticlinal de Mucurera), y en el Cerro Tasajero hace parte del Anticlinal invertido de Tasajero, y específicamente en el bloque yacente de la Falla Tasajero. La Formación León consiste principalmente de shales friables y fisiles de color gris verdoso (5G 6/1) con alto grado de fracturamiento, con desarrollo de oxidación, donde se presencian lentes y láminas de cristales de yeso. La unidad toma coloraciones rojizas a la intensa meteorización, y en algunos casos se observa la acumulación de caolín próximo a la superficie, dándole un aspecto varicoloreado en algunos casos (Oviedo et al., 2016).

Formación Carbonera. Consta de una alternancia de lodolitas grises, sideríticas, con arenitas grises verdosas; hacia la base y parte alta se tienen capas de carbón y estratos

delgados de caliza. Deriva su nombre de la Quebrada Carbonera. Esta formación, aflora en el flanco este del anticlinal de Cúcuta y en el flanco Oeste del Anticlinal de Tasajero, donde forma un plano estructural extenso y prolongado que controla la morfología del área; sobre la vía a Ricaurte, se encuentra expuesta y en contacto fallado con el grupo guayabo (Medrano & Sarmiento, 2005).



Ilustración 26 Agua, fuente: internet

- **Agua:** El agua es de vital importancia en los procesos industriales de todos los sectores, es un recurso que funciona para el tratamiento, procesamiento y refinamiento de productos, así como también para la limpieza de equipos y materiales empleados en el proceso.

Así mismo, este elemento está presente en todas las actividades que se realizan en el laboratorio de formación cerámica, ya que al ser mezclada con la arcilla, le otorga propiedades de uniformidad y flexibilidad a la pasta, el cual es aprovechado en el conformado industrial y el conformado artesanal, también es de vital importancia en el área de control de calidad, ya que con la interacción de estos dos elementos (agua y arcilla) podemos evaluar la humedad, la flexibilidad, los % de contracción, % de absorción de agua y demás ensayos que permiten caracterizar las materias primas con las que se están trabajando.

También es muy importante para la limpieza y mantenimiento de las máquinas, equipos, herramientas y áreas de trabajo del laboratorio.

- **Producto en proceso:** El producto en proceso es aquel que va sufriendo cambios químicos y físicos desde la adquisición de materias primas, hasta el producto final, en este caso será la pasta conformada por arcilla y agua la cual será sometida a ensayos de control de calidad y conformada según el proceso a elegir (industrial o artesanal).
- **producto terminado:** Los productos cerámicos que se elaboraran por parte de estudiantes y docentes mediante un proceso industrial educativo serán (tejas, ladrillos y bloques) y mediante un proceso artesanal serán (tasas, vasijas y diseños propios) en cantidades acordes a la práctica que se llevara a cabo el día de la clase, los cuales se dispondrán para análisis posproducción.

4.4.2. Factor maquinaria

Tabla 14 Maquinaria, fuente: autores

<i>Maquina</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Imagen</i>	<i>Función</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Capacidad</i>
Tolva	1		Tolva de recepción con elevador integrado ideal para productos sólidos.	Anchó 0.8 m * largo 1 m	100 kg
Molienda de Martillos	1		Instrumento de laboratorio empleado en molienda seca de materiales para la industria de cerámica, materiales de construcción.	0.5 m * 0.5 m	30 – 50 kg/h
Mezcladora	1		El amasador mezclador está diseñado y construido para procesos de mezcla, humectación y homogeneización de productos húmedos o pastosos de muy alta viscosidad.	1 m * 0,5 m	50 kg/h

Extrusora con bomba de vacío	1		La extrusora al vacío ofrece alta compactación en la pasta extruida	<p>Dimensiones de la tolva. 120 * 152 mm (50 – 100) kg/h</p> <p>Dimensiones externas. 1960 * 750 * 1550 mm</p>
Lampara de secado infrarrojo	1		Lampara de secado modelo, diseñada para entornos de trabajo duro y continuo.	1.8 m * 1 m 40 – 100 °C
Esmaltadora	1		Cabina para esmaltar piezas cerámicas.	Aerógrafo de 50 cm * 80 cm 250 cm ³

Horno

3



Equipo para
cocción de piezas
cerámicas.

(0.45 m * 0.5
m x*0.8m)

(25 * 25 *
25)CM

Banda
transportadora

3



Equipo diseñado
para el transporte de
materia prima.

1 m * 50 cm

50 – 100 kg/h

Molino de
bolas

1



Máquina
adecuada para
trabajos de molienda
y mezclado a nivel
de laboratorio

0,6 m * 0,5 m

50 litros

Equipos de Laboratorio

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Dimensiones</i>
Estantes Metálicos	2	1.5 m de largo * 2 m de alto
Estantes Metálicos	2	3 m de largo * 2 m de alto
Escritorio	1	1 m de largo * 1 m de ancho
Silla de escritorio	1	N/A
Juego de tamices	6	Malla (5,10,35,60,120,230)
Balanza de precisión	6	N/A
Reglas	6	30 cm
Recipiente de medidas de volumen	6	1 – 5 Litros
Carrito transportador de materia prima	1	5 m de largo * 1 m de ancho
Mesones en acero	2	* 1 m de alto
Bancos	16	N/A
Regla pie de rey	6	30 cm

4.4.3. Factor mano de obra

A continuación, se establece la jerarquía administrativa del laboratorio de formación cerámica, el cual sera encabezada por:

- ***Departamento de procesos industriales:*** es el encargado de la toma de decisiones y gestión de los recursos necesarios para capacitaciones de docentes, mantenimientos de

equipos y maquinarias, materias primas y herramientas que influyen en el óptimo funcionamiento del mismo.

- ***Plan de estudios de ingeniería industrial y tecnología en procesos industriales:*** Ayudan a organizar y orientar el trabajo pedagógico del semestre, proponiendo a los docentes un ordenamiento de los Objetivos de Aprendizaje, determinados en la Base Curricular. Constituyen una orientación acerca de cómo secuenciar los objetivos de aprendizaje y cuánto tiempo destinar a cada temática para ser ejecutado durante el semestre académico, así mismo encargando a docentes capacitados para dictar las asignaturas de electiva de cerámicos I, II, III.
- ***Asignatura de cerámicos I, II, III:*** estas asignaturas tienen como objetivo principal de enseñar a los estudiantes a comprender los conceptos fundamentales y características generales de los materiales cerámicos, para identificar la clasificación, producción y distribución de materiales y productos arcillosos, siendo este un sector muy importante para la economía de norte de Santander.
- ***Estudiantes:*** Son aquellos miembros matriculados en el plan de estudio de ingeniería industrial y tecnología en procesos industriales que cursan las diferentes asignaturas de cerámicos I, II y III.

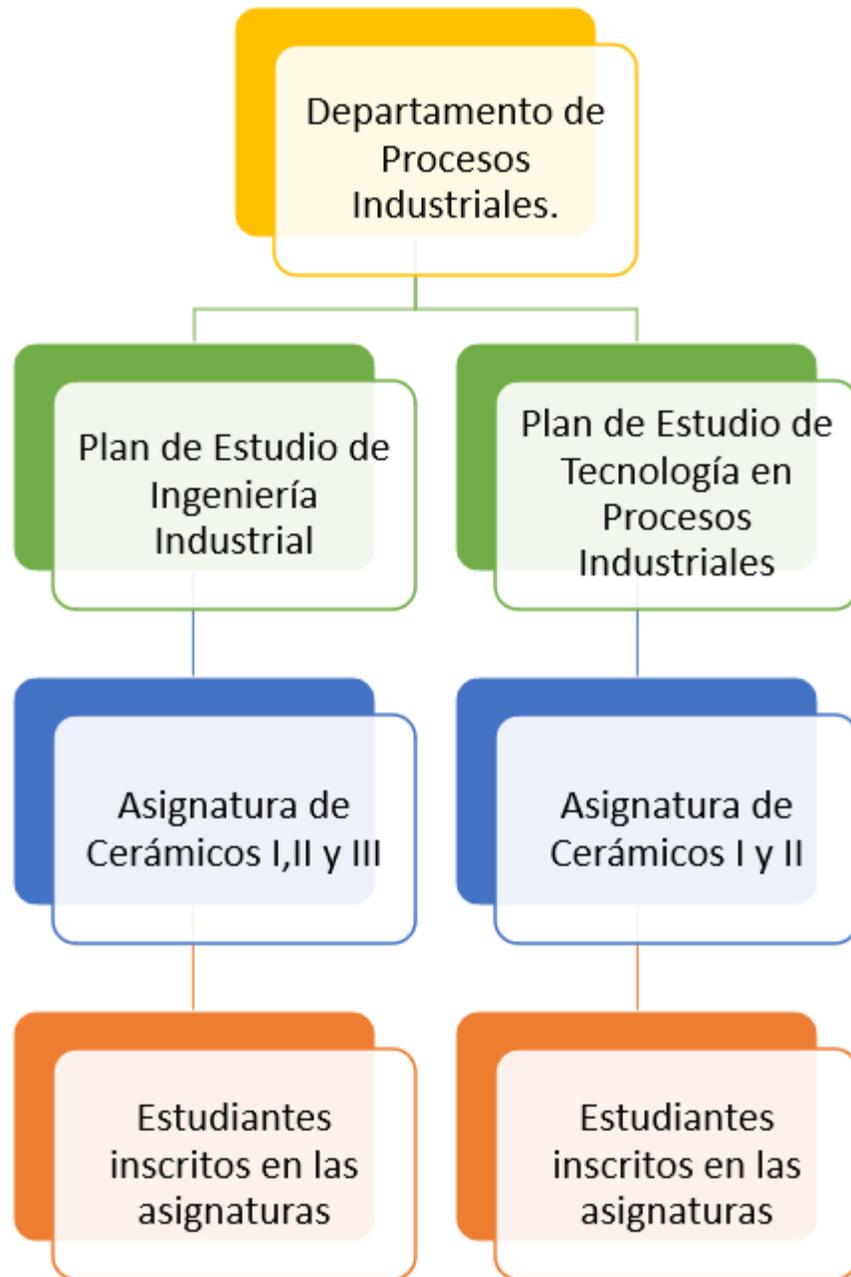


Ilustración 27 Organigrama, fuente: autores

4.4.4. Factor espera y movimiento

- **Almacenamiento:**

Materia prima: la materia prima (arcilla) se almacenará en una tolva con capacidad de 100 kg, que cuenta con elevador de banda para optimizar tiempos y disminuir desperdicios al momento de iniciar con el proceso productivo educativo.

Productos en proceso y terminados: los productos en proceso y productos terminados serán ubicados en estantes metálicos de 1.5 mts de largo y 2 mts de alto, los cuales nos permiten optimizar los espacios verticales y el traslado de los mismos a las siguientes etapas productivas

Equipos y herramientas: los equipos, herramientas estarán ubicados en un estante metálico de 1.5 mts de largo y 2 mts de alto en el área de almacén, allí encontraremos tamices, balanzas, reglas, recipientes y demás instrumentos de uso en el área de control de calidad.

Área artesanal. El área artesanal contara con un estante metálico de 3mts de largo y 2 mts de alto respectivamente, para el uso compartido de almacén de materias primas, y herramientas de conformado artesanal.



Ilustración 28 Estantes metálicos, fuente: internet

- **Movimiento**

Para el transporte de materia prima y el traslado de maquinaria, el laboratorio de formación cerámica cuenta con un transportador manual, el cual está equipado con un sistema de elevador hidráulico, con capacidad de carga de mil kg.

Para la línea de producción cerámica educativa se propone la instalación de 3 bandas transportadoras, el cual tiene como objetivo transportar la materia prima desde la tolva hacia la molienda, seguidamente de la molienda al mezclado y para terminar el transporte de la pasta se llevará del mezclado al conformado, para la elaboración del producto cerámico.



Ilustración 29 Transportador manual, fuente: autores

4.4.5. Factor servicio

Iluminación: El Reglamento de la resolución No. 180540 de marzo 30 del 2010 establece los requerimientos de iluminación requerida en las actividades visuales que se llevan a cabo en determinados espacios como industrias, comercios, entes educativos, etc, con el fin de permitir el desempeño de funciones en un ambiente seguro.

Para determinar el nivel de iluminación necesaria del laboratorio de formación cerámica, se puede identificar como se observa a continuación bajo la norma *ISO 8995 “Principles of visual ergonomics – the lighting of indoor Work systems”*:

Tabla 15 Niveles de iluminación, fuente: ISO 8995

<i>Tipo de recinto</i>	<i>Actividad</i>	<i>Niveles de iluminación (lm)</i>		
		<i>Mínimo</i>	<i>Medio</i>	<i>Máximo</i>
	Zona de hornos	100	150	200
Trabajo en vidrio y cerámica	Zona de mezcla, moldeo, conformado y secado	200	300	500
	Esmaltado y decoración	500	750	1000
	Iluminación general	300	500	750
Centro educativos	Tableros	500	750	1000
	Laboratorios	300	500	750

Para el cumplimiento del nivel de iluminación requerido en el laboratorio de formación cerámica según la *ISO 8995 “Principles of visual ergonomics – the lighting of indoor Work systems”*, se propone la instalación de bombillas led de 15 watts que nos ofrecen 800 lumines, que se ajustan a los requerimientos normativos necesarios y características como: rápida respuesta al encendido y apagado, larga duración, robustez mecánica, reducido tamaño, bajo calentamiento, menor mantenimiento en general y ahorro energético.

- **Ventilación:** La ventilación del laboratorio de formación cerámica debe ser apropiada para los estudiantes y docentes ya que al ser un espacio cerrado con presencia de partículas contaminantes que pueden afectar la salud de los mismos, se debe optar por la instalación de ventiladores en el techo y extractores en la parte superior de las ventanas, que permitan un flujo de aire óptimo, evitando el aumento de la sensación térmica de quienes realizan actividades allí, la expulsión de partículas que contaminen el entorno de trabajo y la trasmisión de agentes causantes de enfermedades en el ambiente.

No se recomienda la instalación de aire acondicionado, debido a que las partículas de arcillas que contaminan el ambiente del laboratorio, afectan estos equipos, lo que incrementa el costo en el mantenimiento de dichos equipos y la disminución de la vida útil del mismo.

- **Señalización:** La señalización son muy importantes en los sectores industriales, empresariales y educativos ya que permite identificar factores de riesgos o lesiones, estas nos permiten informar las condiciones de seguridad necesarias y equipos de protección que se deben utilizar en las instalaciones.

Para de laboratorio de formación cerámica es necesario utilizar las siguientes señalizaciones, con el fin de mitigar los riesgos con los estudiantes y docentes que realizan actividades educativas en este lugar:

Tabla 16 Señalización, fuente: autores

<i>Indicación</i>	<i>Símbolo</i>
<i>Señales de evacuación y emergencia</i>	
<i>Señales de prohibición</i>	
<i>Señales contra incendios</i>	
<i>Señales de precaución</i>	

Señales de obligación



- **Primero auxilios:** Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios adecuado en caso de que ocurra algún tipo de accidente menor, cuyo contenido se limita a los principales elementos de uso sanitario que no ofrecen complejidad en su manejo se divide en tres partes: Material de curación, antisépticos e instrumentos.

4.4.6. Factor edificio

El laboratorio de formación cerámica dispone de una sola planta rectangular el cual tiene un área total de 133.903 m^2 para la propuesta de redistribución de planta, en la que se ubicarán cuatro áreas: almacén, producción, control de calidad y área artesanal, las cuales las cuales compartirán las siguientes especificaciones:

- **Piso:** Las áreas del laboratorio cuentan con pisos de baldosas de cerámicas las cuales ofrecen características como resistencia al desgaste, dureza superficial, facilidad de limpieza y resistencia al deslizamiento. Así mismo contara con demarcación de colores recomendados que cumplen con el estándar OSHA 1910.144, que identifique el flujo de personal, área de trabajo, control de calidad, almacenamiento de productos terminados y productos en proceso y almacenamiento de equipos y herramientas, las cuales poseen una medida de 5 cm de ancho.

Tabla 17 Color de demarcación, fuente: OSHA 1910

Color	Identificación
<i>Amarrillo</i>	<i>Pasillos y áreas de trabajo</i>
<i>Naranja</i>	<i>Inspecciones y control de calidad</i>
<i>Azul</i>	<i>Materia prima, producto en proceso y producto terminado</i>
<i>Blanco</i>	<i>Equipos y herramientas</i>

- **Ventanas:** EL laboratorio de formación cerámica cuenta con ventanas en toda la pared frontal, lo cual permite un aprovechamiento del flujo del aire y luz natural, que beneficia la iluminación y la ventilación de este espacio.
- **Alcantarillado:** se propone la instalación de una rejilla de alcantarillado de 30 cm de ancho, situada en la parte posterior a la línea de producción cerámica educativa, para facilitar el lavado y limpieza de las maquinas que se utilizan en este proceso.
- **Techo:** Se propone inicialmente aumentar la altura del techo del laboratorio de formación cerámica, que actualmente es de 2.5 m a 3 m. debido a que la altura actual es un estándar mínimo para edificaciones de residencia, lo cual puede afectar el incremento de la sensación térmica debido a la cantidad de personas que interactúen allí.

También cabe resaltar propone el uso de cielo raso de PVC el cual cuenta con gran resistencia y durabilidad, gracias a las propiedades y versatilidad que caracterizan a este material derivado del plástico, y de características como:

- ❖ Baja probabilidad de desgaste a raíz de la humedad
- ❖ Es un material reciclable y amigable con el medio ambiente.
- ❖ Es de fácil instalación y bajo costo
- ❖ Es de fácil instalación y bajo costo

- ❖ Tiene alta resistencia al fuego al ser un producto auto extinguido que no propaga la llama.
- **Paredes:** Las paredes están elaboradas de ladrillo, bloque y cemento, las ventajas de este tipo de pared es la minimización del calor y protección del medio ambiente exterior, lo que lo hace adecuado a la región debido a las altas temperaturas, durabilidad, y economía.
- **Puertas:** Las puertas, así como las ventanas ofrecen protección contra el clima, regulan la visibilidad y el ruido, dan acceso a los espacios y permiten la evacuación, en caso de incendios, desastres naturales y accidentes. Es por esto que en el laboratorio de formación cerámica se propone la instalación de la segunda puerta, que tenga como función la entrada de materia prima y salida de emergencias para dejar un área libre de riesgos en el área principal del mismo.

4.4.7. Factor cambio

El laboratorio de formación cerámica cuenta con una sola planta de forma rectangular y está ubicado en el sector suroriente del campus universitario cerca de la cafetería El Abanico, contiguo al CIMAC y al lado de almacén, siendo esto un factor limitante para su futura expansión, debido a que está construido junto a otras edificaciones y estas no pueden ser removidas.

- **Flexibilidad de distribución:** El laboratorio cuenta con maquinaria y equipo desplazable, el cual mediante un sistema de reubicación estas podrán ser adaptadas según el propósito de la clase, por ejemplo, puede variar el tipo de molienda y el tipo de conformado que se utilice en la actividad, para fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos de los procesos producción cerámicos adquiridos en clase.

- ***Adaptabilidad de la distribución:*** El laboratorio cuenta con un espacio adaptable para una redistribución de planta parcial, ya que gran parte de la maquinaria y equipos son ajustadas según la necesidad, permitiendo un mejoramiento en el diseño, con el fin de fortalecer las actividades educativas, disminuyendo los riesgos para los docentes y estudiantes en la realización de sus actividades.

5. Diseño y modelación del laboratorio de formación cerámica propuesto mediante la simulación en 3D.

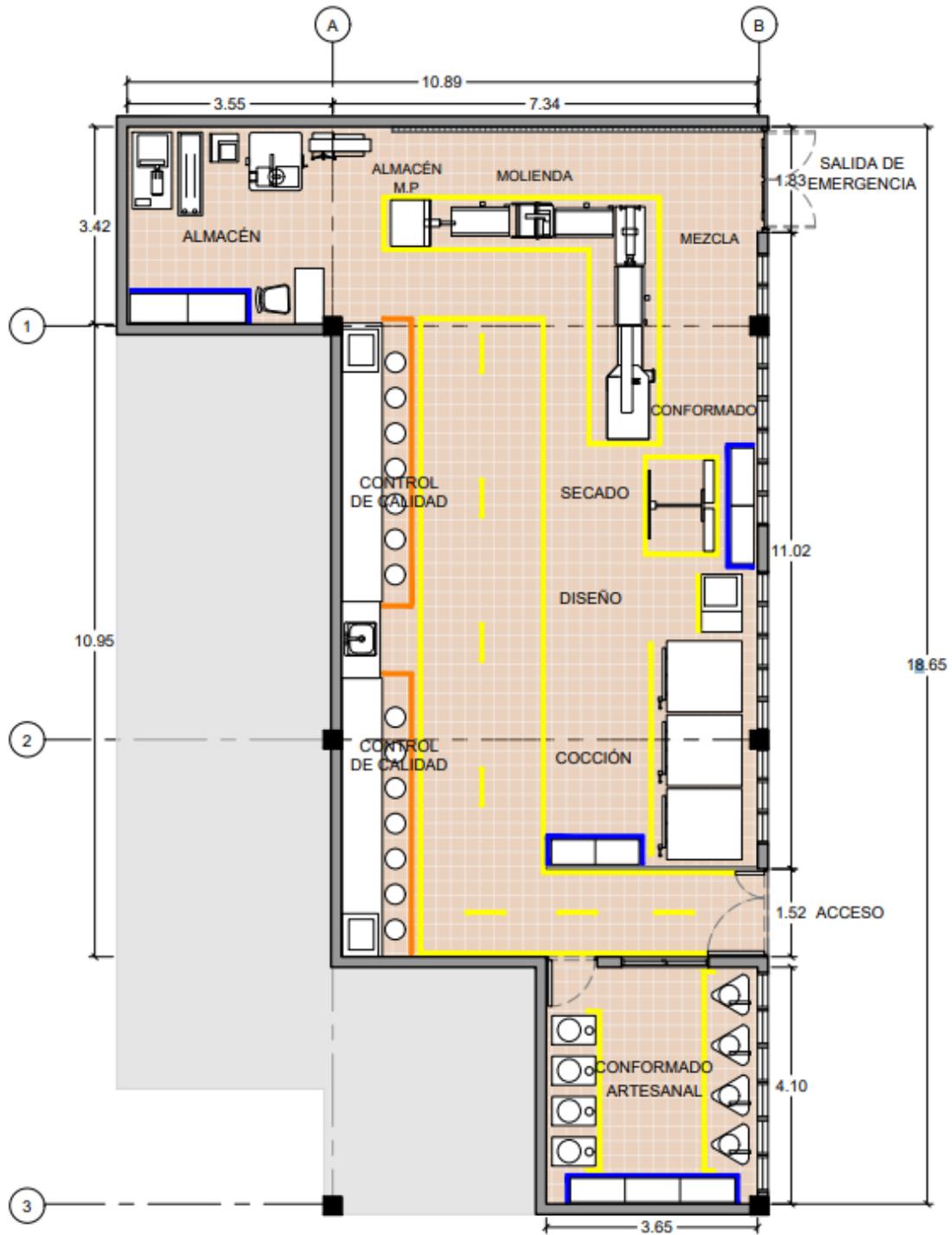


Ilustración 30 Distribución propuesta, fuente: autores

La distribución propuesta del laboratorio de formación cerámica UFPS, fue diseñada teniendo en cuenta la información obtenida mediante la aplicación de la metodología systematic layout planning (SLP), especificaciones y cumplimientos de las normas y principios propuestos por Richard Muther en su libro distribución en planta segunda edición, en donde se define la forma correcta de distribución en planta a fin de crear espacios seguros, flexibles, de menor costo y mayor productividad.

Como se observa en la ilustración 30, distribución propuesta y el numeral 4.3.2. Disposición del espacio, las especificaciones de las dimensiones actuales y las usadas para la propuesta cambiaron debido a factores externos, sin embargo, esta reducción de espacio no perjudica la efectividad de la distribución propuesta, ya que esta cuenta con el espacio necesario que permite un flujo de material continuo, manteniendo la relación entre materias primas, maquinaria y hombre en recorridos menores.

En el plano de distribución propuesta, ilustración 31, recorridos MP y MO, se denotan con líneas de color azul, el recorrido que deberán realizar los estudiantes y docentes dentro del laboratorio, y con líneas rojas el recorrido que realiza la materia prima hasta convertirse en producto terminado.

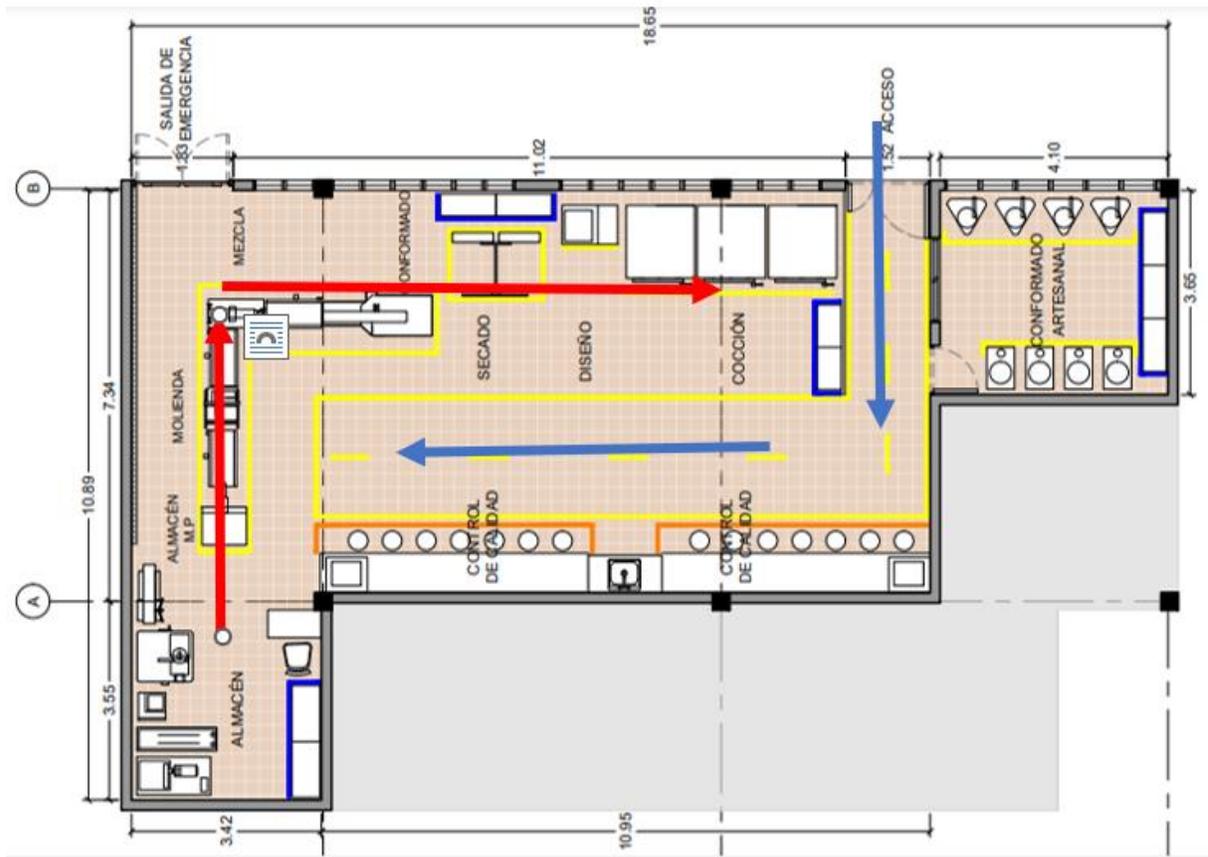


Ilustración 31 Recorridos MP y MO, Fuente: Autores

Debido a que la naturaleza de esta propuesta es realizar la reordenación de una distribución ya existente, implementando métodos o equipos nuevos y eficientes (bandas transportadoras, lampara de secado), limitado por las dimensiones del edificio y tomando como fuente principal el libro de distribución en planta de Muther, se emplea uno de los tres tipos clásicos de distribución, como el modelo de distribución en planta en cadena, también conocida como distribución por producto, con patrón de flujo en “L”, siendo esta la más adecuada para el proceso de producción en el laboratorio de formación cerámica, ya que al ser un espacio de integración pedagógica, no se requieren flujos de producción grandes, así mismo permite el manejo de materiales (menos transporte), fácil explicación del proceso de producción

cerámica, tiempos de fabricación adecuado al tiempo estimado de la práctica, simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción, en general, la simplificación de tareas.

En cuanto al principio de satisfacción y seguridad, criterio de señalización, en la ilustración 31 recorridos MP y MO, se pueden destacar con franjas amarillas lo relacionado al espacio correspondiente a la maquinaria, con franjas anaranjadas, el espacio usado para el control de calidad y con líneas azules, los estantes verticales de cada área que permiten cumplir con el principio del espacio cubico.

De acuerdo al cumplimiento del principio de satisfacción y seguridad, quedaran como recomendaciones, ya que no se hará rediseño de los puntos fijos de energía, ventiladores, iluminación y elementos de protección personal, sin embargo, al no existir separaciones por áreas de trabajo, el flujo de iluminación y ventilación será el más adecuado, así mismo el laboratorio contara con la luz solar de los ventanales, a fin de mantener la armonía de estos elementos en pro de la salud y seguridad de los estudiantes y docentes, por otra parte el modelo propuesto cuenta con una salida de emergencia, por lo que, el plano propuesto en relación al mejoramiento de la planta física, se promueve mayor control de seguridad en casos de emergencia.

5.1. Modelación 3d a través del software sketchup, con las mejoras propuestas

Para la modelación 3D del plano propuesto, se usó el software de modelación 3D SketchUp, puesto que es nombrado como el programa de software de arquitectura n.º 1 del mundo, según el informe Grid® para arquitectura de G2, verano de 2022, con más de 41 millones de profesionales y aficionados, SketchUp es la herramienta de modelado 3D más utilizada en el mundo.

“Sketchup es un modelador 3D, es decir, un software destinado a la creación y desarrollo de modelos y diseños 3D. Su amplia variedad de recursos permite elaborar múltiples formas y volúmenes para componer proyectos tridimensionales de ambientes y objetos más realistas e insertados en el contexto donde serán presentados o construidos en el mundo físico”. (Workana, n.d.).

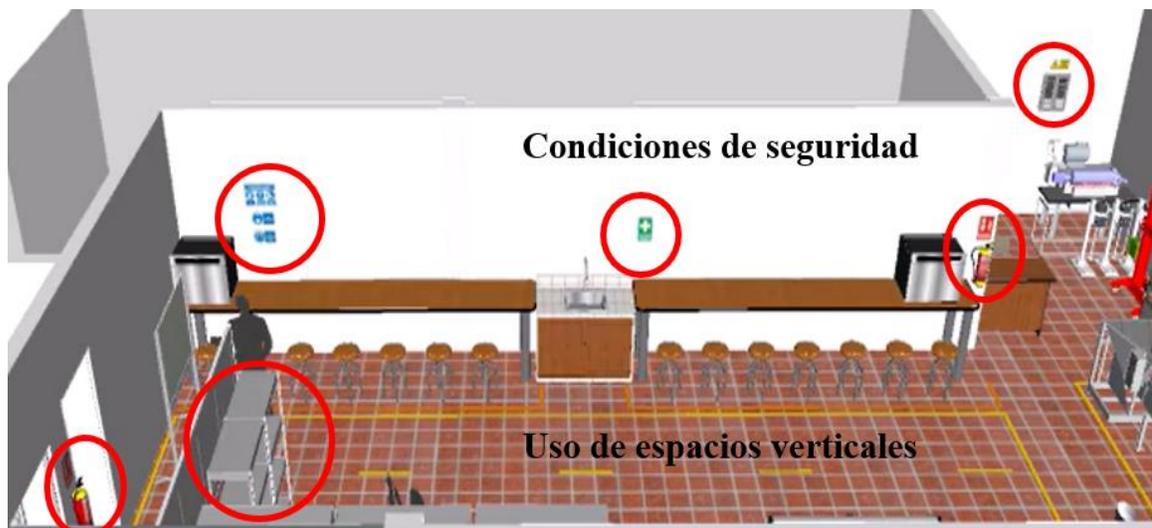


Ilustración 32 Vista 3D software Sketchup, fuente: autores

Como se observa en la ilustración 32, este software permite mostrar el diseño del plano propuesto con sus respectivas maquinarias, condiciones de seguridad y planta, evidenciando las disposiciones que se encuentran en el plano vertical.

Recomendaciones

- Adoptar las medidas de seguridad propuestas en el presente proyecto, poniendo a disposición, quick de protección personal (casco, orejeras, lentes y guantes) según sea el caso y otros elementos como extinguidores y botones de emergencia (para maquinaria).
- Realizar seguimientos a materias primas y mantenimientos de maquinaria.
- Implementar señalización de seguridad personal y maquinaria dentro del laboratorio.
- Realizar capacitación al personal docente y estudiantes sobre las normas de seguridad dentro del laboratorio y normas asociadas al uso de la maquinaria y materia prima.
- Realizar cartillas pedagógicas que permitan al estudiante relacionarse con los tipos y usos de maquinaria y materia prima usadas en la producción cerámica, así como su cuidado y conservación.
- Implementar ajustes en las condiciones de ventilación (control de la polución), iluminación y planta física (en relación a la humedad en ciertos puntos y la creación de salida de emergencia).
- Realizar la designación de un encargado directo nombrado por el departamento de procesos industriales, el cual llevara el control de las actividades que se realicen dentro del laboratorio.

Conclusiones

Diagnóstico del Laboratorio de Formación Cerámica:

- Se evidencia poca iluminación debido a bombillos y fluorescentes que están quemados.
- El sistema de ventilación no está funcionando correctamente, provocando el aumento de la sensación térmica de quienes desarrollen prácticas allí y la acumulación de polvos provenientes de la manipulación de arcillas.
- El deterioro de las placas que pertenecen al subtecho (cielo raso) han causado la caída parcial del mismo en algunas áreas del laboratorio.
- Se observa el desgaste en máquinas y herramientas debido a factores como la falta de mantenimientos y el cumplimiento del ciclo de vida de los mismos, que han llevado a una pérdida funcional del laboratorio.
- El área de control de calidad no se está utilizando apropiadamente, ya que se evidencia una acumulación de materiales que obstruyen el espacio para el flujo de personal. Lo que no permite un aprovechamiento de dicha área para fines académicos.

Studio Systematic Layout Planning (SLP):

- Mediante la aplicación de la metodología SPL, se considera que la alternativa N°1 cumple con los factores expuestos en la interacción de áreas, la relación de espacios y las consideraciones físicas para la mejora locativa del laboratorio.
- Se puede justificar que, por las condiciones eléctricas del laboratorio, la línea de producción educativa se debe ubicar en la parte superior y el costado derecho, con el fin de aprovechar los recursos disponibles dentro del mismo, como se ilustra en la alternativa N°1.
- El mejoramiento locativo del laboratorio influye directamente en la interacción de docentes y estudiantes, ya que fortalece los conocimientos previos adquiridos teóricamente, mediante ejercicios prácticos del sector cerámico, obteniendo una experiencia real de dicho sector, para la formación de profesionales más competitivos.
- Se puede concluir que el patrón de flujo más óptimo en la distribución seleccionada es un patrón de flujo en L, ya que se logra observar la interacción más apropiada entre las áreas, cumpliendo así con el principio de mínima distancia recorrida y el principio de circulación

Anexos

Tabla 18 Tabla de actividades. Fuentes: Autores

CODIGO	ACTIVIDADES	PROCEDENCIA	TIEMPO (SEMANAS)
A	Tomar registro fotográfico de la distribución actual de planta y disposición de maquinaria.		1
B	<i>Tomar registro fotográfico de la distribución y estado eléctrico dentro del laboratorio</i>		1
C	<i>Crear formato de recolección de información de maquinaria e implementos dentro del laboratorio.</i>	A Y B	2
D	<i>Realizar mediciones dentro del laboratorio y del espacio ocupado por la maquinaria y materia prima.</i>	C	2
E	<i>Identificar los puntos de conexión fijos y otras disposiciones físicas del lugar.</i>	D	1
F	<i>Definir las variables de distribución de planta que se emplearan.</i>	E	2
G	<i>Cuantificar las variables de distribución de planta aplicadas.</i>	F	2
H	<i>Analizar los resultados obtenidos en el estudio y realizar la propuesta para la mejora locativa del laboratorio.</i>	G	2
I	<i>Diseñar el primer boceto en 2D de la distribución de planta y organización de maquinaria actual en el laboratorio.</i>	D Y E	1
J	<i>Diseñar el segundo boceto en 2D teniendo en cuenta las mejoras propuestas mediante la investigación.</i>	H	2
K	<i>Realizar la modelación en 3D a través del software empleado, con las mejoras propuestas.</i>	J	2

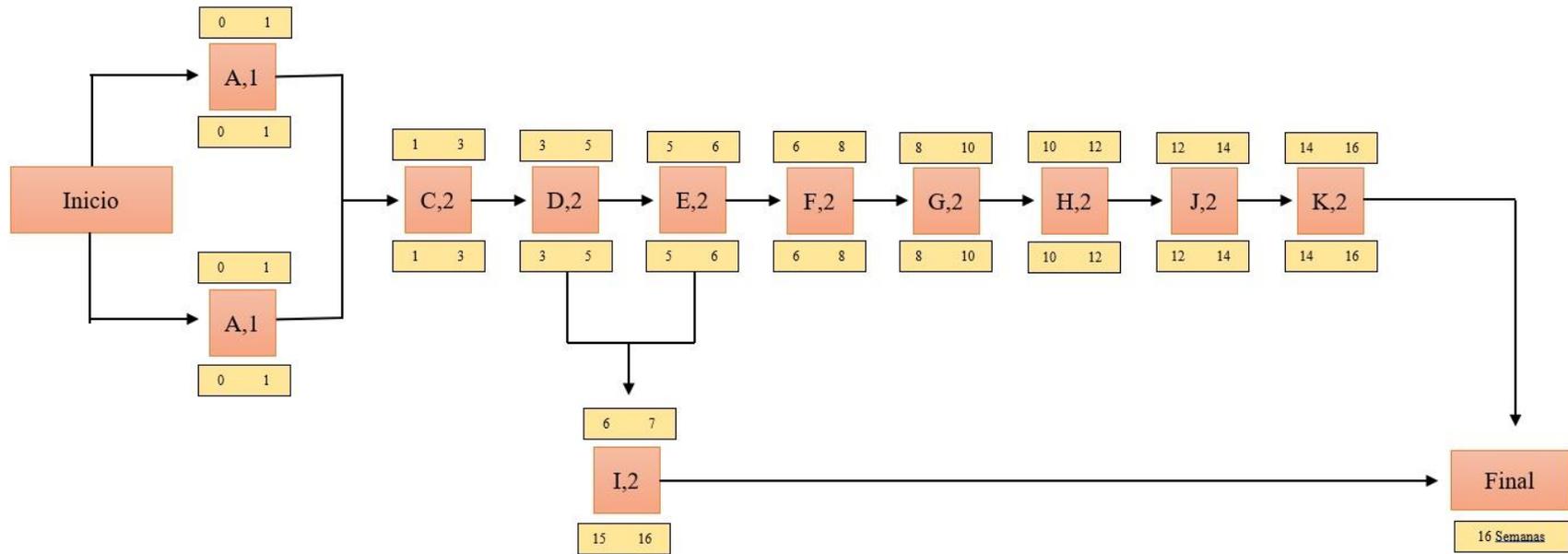


Ilustración 33 Diagrama de PERT, Fuente: Autores

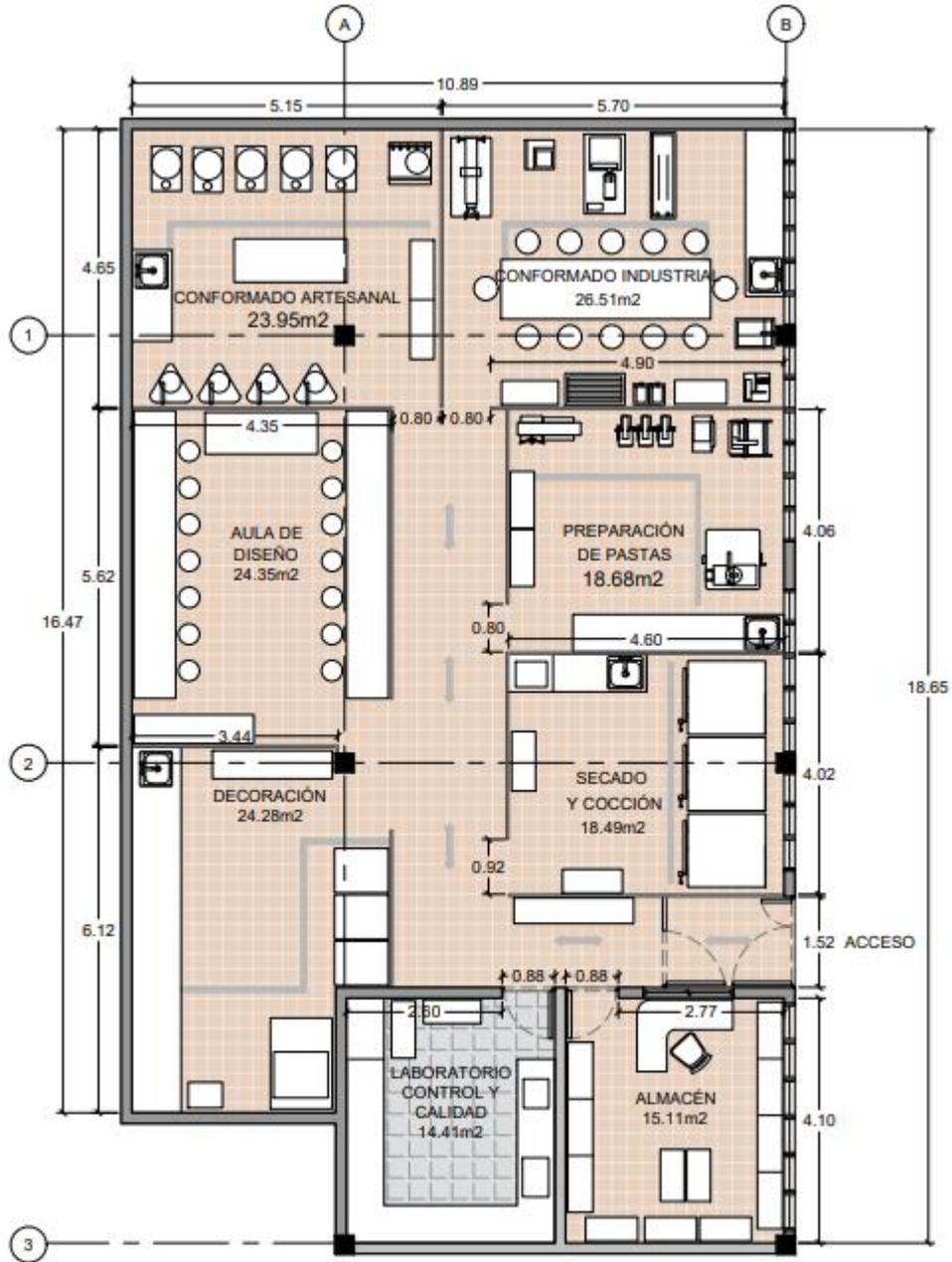
Tabla 19 Tabla de Holgura. Fuente: Autores

ACTIVIDAD	Ls	Es	Lf	Ef	HOLGURA
A	0	0	1	1	0
B	0	0	1	1	0
C	1	1	3	3	0
D	3	3	5	5	0
E	5	5	6	6	0
F	6	6	8	8	0
G	8	8	10	10	0
H	10	10	12	12	0
I	15	6	16	7	9
J	12	12	14	14	0
K	14	14	16	16	0

Dada la información anterior podemos concluir:

El proyecto tiene una duración de 16 semanas

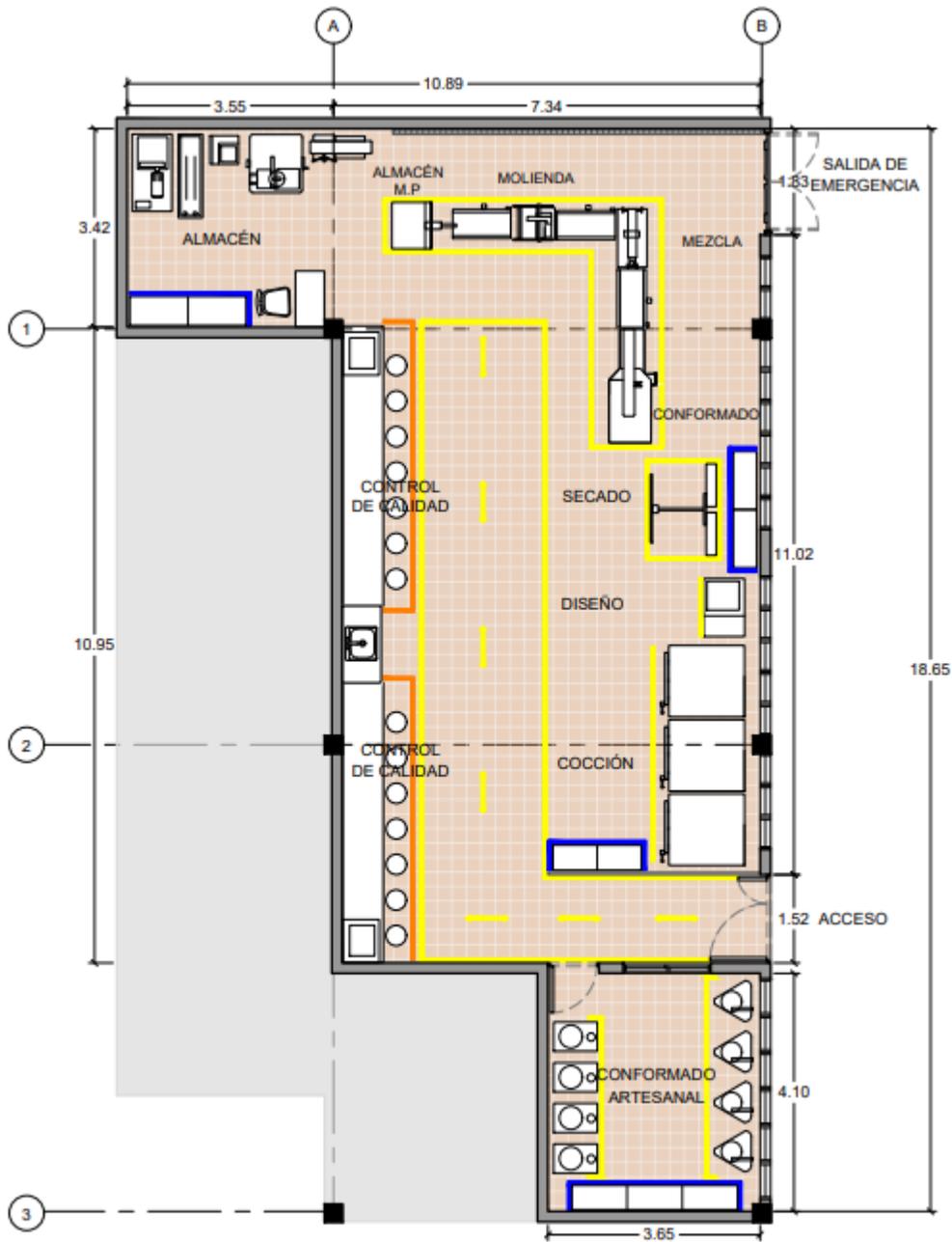
- La actividad (I) que representa “Diseñar el primer boceto en 2D de la distribución de planta y organización de maquinaria actual en el laboratorio.” tiene una holgura de 9 semanas, tiempo en la cual se puede desarrollar las misma sin que afecte el tiempo máximo estimado.
- se puede analizar que todas las actividades a excepción de la (I) tienen una ruta crítica, lo que significa que el retraso en la ejecución de esta implicaría la creación de un cuello de botella que aumentaría el tiempo máximo proyectado en el presente proyecto.



PLANTA ARQUITECTÓNICA ACTUAL
 ESCALA 1:100



Ilustración 34 Plano distribución actual, fuente: autores



PLANTA ARQUITECTÓNICA PROPUESTA

ESCALA 1:100

Ilustración 35 Plano distribución propuesta, fuente: autores

Referencias

Anaya, Alejandro; Pedroza, Humberto, Escalamiento, el arte de la ingeniería química: la Tecnología, Ciencia, Educación, vol. 23, núm. 1, enero-junio, 2008. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48223105.pdf>.

BARTOLOME, J. (1996). *El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones*.
MADRID: BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y
VIDRIO.

Boletín estadístico UFPS. Obtenido de:
https://ww.ufps.edu.co/public/archivos/BOLETIN_ESTADISTICO_PLANEACION_2014-2.pdf

Carriazo; Molina; Moreno. (2004). CARACTERIZACIÓN DE DOS ARCILLAS
COLOMBIANAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X Y SU RELACIÓN CON
ASPECTOS DE ORIGEN Y TRANSFORMACIÓN.

Cely Illera Leonardo, 2020, Cerámicos 1. Obtenido de:
file:///C:/Users/a_lacruz/Downloads/Cer%C3%A1micos%20I%20-%20CV.pdf
<https://ww2.ufps.edu.co/oferta-academica/facultad-de-ingenieria/37>
<https://ww2.ufps.edu.co/oferta-academica/facultad-de-ingenieria/37>

David de la Fuente & Isabel Q, (2005), Distribución en planta, editorial ediuno,
Recuperado:<https://books.google.com.co/books?id=7aRzy0JjqTMC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Decreto 0792 de Mayo 8 de 2001 Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería, Art 11, obtenido de :
https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-86147_archivo_pdf.pdf

Decreto 1212 de 1993 (junio 28) por el cual se establecen los requisitos para el reconocimiento como universidad de una institución universitaria o escuela tecnológica. Obtenido de: https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-86268_archivo_pdf.pdf

Díaz Nava, C., Olgún, M. T., Solache-Ríos, M., Alarcón-Herrera, T., & Aguilar-Elguezábal, A. (2002). Caracterización de materiales arcillosos. *XII Congreso Técnico Científico ININ-SUTIN*, 55–58.

- Fuquen, J., Ceballos, L., Marín, E., Patiño, A., & Pedraza, A. (2011). Geología de las Planchas 98 - Durania y 99 - Villa del Rosario, Norte de Santander - Colombia. 120.
- George Kanawaty, (1996), Introducción al estado del trabajo, 4ta edición. Recuperado de: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>.
- Guía, (2009), sesión 9, líneas de producción, Recuperado de: <https://sistemasmanufactura.files.wordpress.com/2011/08/sesion-9-02-2011.pdf>.
- García Sánchez Luis Fernando, Vallejo William Fernando, 2012, Diseño de una planta piloto didáctica de intercambio termino. Obtenido de: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/8021/CB-0461227.pdf?sequence=1>
- Hodson WK. Manual del Ingeniero Industrial, Mex.: Mc Graw Hill, 2001, pág. 4.15. Recuperado: https://www.academia.edu/31455142/Manual_Del_Ingeniero_Industrial_Maynard.
- Informe Grid® para arquitectura | Verano 2022, SketchUp, obtenido de: <https://www.sketchup.com/why-sketchup>.
- J. G. Carriazo, M.-J. S. y M.-F. M. (2012). Estudio por DRX de la intercalación-polarización de un mineral de arcilla tipo 2:1 con especies polioxocatiónicas de aluminio. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 23–43.
- Jorge Forero, 22 septiembre 2017, ¿QUE ES EL DISEÑO 3D? Definición, dweb3d. Obtenido de: <https://www.dweb3d.com/blog/disenio-3d-definicion/>.
- López Rua, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). LAS PRACTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145+. <https://link.gale.com/apps/doc/A537981271/IFME?u=anon~8ac2a0e&sid=googleScholar&xid=1da0db58>.
- La UFPS contigo, Boletín siente la U, Inauguración laboratorio de formación cerámica. DIEGO RUEDA CELIS, Jefe de Comunicaciones y Prensa Universidad Francisco

de Paula Santander. Obtenido de: <https://ww2.ufps.edu.co/unoticia/ufps-inaugura-centro-de-desarrollo-productivo-en-ceramica-artesanal>

Medrano, C. T., & Sarmiento, M. (2005). Análisis y recopilación de información secundaria para la elaboración de la microzonificación sísmica preliminar de san José de Cúcuta, Colombia. *Respuestas*, 10(2), 31–41.
<https://doi.org/10.22463/0122820X.645>

Muñoz Estefan Daniela Alejandra, Villamil Sáenz Juan Sebastián, 2020, Propuesta de implementación de una distribución en planta en la empresa Estefan y cia LTDA. Obtenido de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30318/2020danielamunoz.pdf>

Muther, R. (1968). *Distribución en planta*.

Oviedo, J., Rios, P., García, G., & Ochoa, A. (2016). Geología de la plancha 88 - Cúcuta a escala 1:100.000 Departamento de Norte de Santander - Colombia. *Servicio Geológico colombiano*.

Quispe Guachalla Rodolfo Santos, 2017, Estudio para la instalación de una planta productora de cerámicos. Obtenido de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21332/TES-1003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Richar Muther, Distribución en planta, 2da edición, editorial Mc Graw Hill, Recuperado: https://www.academia.edu/49232937/Distribucion_de_Planta_Richard_Muther.

Rojas Millan Alejandro, 2012, Alternativas para el diseño de la planta piloto de la escuela de ingeniería de alimentos. Obtenido de: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/4164/CB-0460801.pdf?sequence=4&isAllowed=y0>

Universidad Francisco De Paula Santander, Centro de investigación de materiales cerámicos, CIMAC, Obtenido de: <http://www.ufps.edu.co/ufps/cimac/index.html>

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OFICINA DE PLANEACIÓN- PLAN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA 2011-2019, obtenido de: https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/PLAN_DE_INFRAESTRUCTURA_FISICA_UFPS_2011_2019.pdf

¿QUÉ ES SKETCHUP? Workana LLC. (n.d.). consultado en abril 14, 2023 Obtenido de:
<https://i.workana.com/glosario/sketchup/>

<https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/2021/Resoluci%C3%B3n%20180540%20de%202010.pdf>