

**DISEÑO DEL CENTRO DE PROCESOS BIOLÓGICOS DEL CEPIIS EN LA
UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

LIZZETH FERNANDA APONTE VARGAS

**Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERÍA QUÍMICA**

Director

LUIS ALBERTO FIGUEROA CASALLAS

MSC Ingeniero Químico

Codirector

JUAN CAMILO CELY GARZÓN

MSC Ingeniero Químico

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE QUÍMICA
BOGOTÁ**

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Luis Alberto Figueroa Casallas
Firma del director

Iván Ramírez Marín
Firma del Jurado

Jaime Eduardo Arturo Calvache
Firma del Jurado

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana de la Facultad de Ingenierías.

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director del Programa

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento esto corresponden a los autores.

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi trabajo de grado a mis bisabuelos, padres, hermanas, hermanos, y allegados ya que desde un principio de mis estudios me han apoyado, logrando potencializar mis talentos desde joven, observando mis capacidades, virtudes y defectos, igualmente por apoyarme de manera emocional, física y monetaria para salir adelante y así cumplir mis sueños.

Gracias a mis bisabuelos por ayudarme en este camino vida y permitirme seguir adelante a pesar de los obstáculos que se han atravesado, por su comprensión y amor ya que ellos me han sabido levantar cuando decidí que no podía más, por guiarme, en una vida llena de amor, sabiduría y valores .

Agradezco a mi madre por su amor incondicional y siempre recordarme que soy capaz de afrontar cada uno de los desafíos que se me presenta en la vida, por cada una de sus palabras de aliento y amor cuando siento que entro en un hueco sin salida, por enseñarme a ser fuerte y que las penas siempre pasan, y que lo único que queda es proyectarme a futuro para ser esa mujer exitosa que eh soñado ser, manteniendo siempre mi cabeza en alto sin perder la humildad, teniendo presente todos días sus palabras “Recuerda que te amo, estoy orgullosa de ti y eres lo mejor que me veis pasado en vida” palabras que marcaron el inicio de esta aventura.

A mi padre por su apoyo incondicional, por enseñarme que la educación es poder y el aprendizaje es la mejor manera de ganar las batallas más difíciles, a mis hermanas por ser mis confidentes y mis compañeras de vida , por darme fuerzas , y celebrar cada uno de mis triunfos demostrarme siempre lo orgullosas que están de ser mis hermanas, a mi hermano por acompañarme en mis noches de traspasó sin importar si al siguiente día tiene que madrugar y secar mis lágrimas y repetirme “No llores más que toda va estar bien, porque yo estoy a tu lado” y por ultimo a mis allegados y parejas de mis padres ya ellos han puesto su grano de arena para convertirme en esta gran mujer.

Gracias a cada uno de ellos ya han hecho de mí una mujer con múltiples capacidades, virtudes, valores y así obtener buenos resultados a lo largo de mi vida y mi carrera , por eso este último paso de mi carrera es dedicado a todos ellos para que este sea el principio de muchas alegrías y devolverles un poco de todo lo que me han brindado cada uno de sus días.

Lizzeth Fernanda Aponte Varga

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradezco a Dios por brindarme esta oportunidad de culminar este paso en mi carrera de muchos más que vienen, por brindarme el bienestar, salud y amor para cumplir mis metas según el interés tanto de mi familia como los cercanos a ella.

“El profesor mediocre dice. El buen profesor explica. El profesor superior demuestra. El gran profesor inspira.” William A. Ward.

Quiero comenzar agradeciendo a mi director Luis Alberto Figueroa Casallas y mi codirector Juan Camilo Cely Garzón, ya que quizás nunca sabrán a cuántas personas han inspirado, pero les aseguro que muchos de sus alumnos hoy son lo que son porque en un pasado les han proporcionó confianza para lograr sus objetivos de vida, por ese gran trabajo y acompañamiento, abriendo las metes de los estudiantes a ser ingeniosos y enfocados en construir un mundo mejor a partir de sus grandes enseñanzas, brindando un crecimiento personal y profesional, de igual manera como lo han hecho conmigo. Además, al equipo de trabajo CEPIIS, liderado por el profesor Iván Marín, ya que me han guiado por el desarrollo de este proceso, por darme la oportunidad de permanecer a él y enseñarme al transcurso de su participación los intereses de la industria real partiendo del buen cumplimiento de los normas y estándares nacionales, que me ayudaran a destacar en esta linda profesión, haciéndome representar siempre de la mejor manera a La Universidad de América.

Finalmente, a la universidad de América por tener tan buen grupo de trabajo que están dispuestos siempre al apoyo y acompañamiento de los estudiantes y a todos esos compañeros que me ayudaron en la carrera y me apoyaron para poder afianzar los conocimientos obtenidos.

Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIZADES	20
1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Preguntas investigativas	21
1.2.1 <i>Pregunta general</i>	21
1.2.2 <i>Preguntas específicas</i>	21
1.3 Antecedentes	21
1.4 Marco teórico	25
1.4.1 <i>Bioseguridad</i>	25
1.4.2 <i>Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1)</i>	25
1.4.3 <i>Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2)</i>	26
1.4.4 <i>Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)</i>	27
1.4.5 <i>Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4)</i>	28
1.4.6 <i>Cabinas de Bioseguridad:</i>	29
1.4.7 <i>CEPIIS</i>	29
1.4.8 <i>CPB</i>	30
1.4.9 <i>Plano de terreno</i>	30
1.4.10 <i>Sistema de Tuberías</i>	31
1.4.11 <i>Sistema de adecuación de aire</i>	31
1.4.12 <i>Refrigeradores</i>	31
1.4.13 <i>Autoclaves:</i>	31
1.5 Justificación	31
1.6 Objetivos	32
1.6.1 <i>Objetivo general</i>	32
1.6.2 <i>Objetivos específicos</i>	32
2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD, EQUIPOS Y SERVICIOS DE BIOCAL	34
2.1 Requerimientos mínimos de seguridad para Biocal	35
2.1.1 <i>Requerimientos de seguridad del establecimiento</i>	37
2.1.2 <i>Requerimientos de seguridad de acceso</i>	38
2.1.3 <i>Requerimientos de seguridad de Muebles y superficies de construcción</i>	39
2.1.4 <i>Requerimientos de seguridad de barreras secundarias</i>	40
2.2 Equipos y muebles de laboratorio	41
2.2.1 <i>Refrigerador</i>	42
2.2.2 <i>Congelador</i>	45
2.2.3 <i>Cabina de flujos laminar horizontal</i>	48
2.2.4 <i>Autoclave de piso Vertical</i>	51
2.2.5 <i>Balanzas</i>	53
2.2.6 <i>Microscopio con binoculares biológico:</i>	56

2.2.7	<i>Agitador magnético con calentamiento</i>	58
2.2.8	<i>Centrifuga</i>	60
2.2.9	<i>Mesa anti vibratoria</i>	62
2.2.10	<i>Gabinetes de almacenamiento.</i>	65
2.3	Servicios	67
2.3.1	<i>Instalación eléctrica</i>	67
2.3.2	<i>Instalación Agua</i>	69
3.	SISTEMA DE ADECUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE PARA BIOCAL	71
3.1	Clasificación del sistema de ventilación	71
3.1.1	<i>Sistema de ventilación natural (SVN)</i>	71
3.1.2	<i>Sistema de ventilación artificial (SVA)</i>	72
3.1.3	<i>Sistema ventilación combinados (SVC)</i>	72
3.2	Tipos de ventilación	73
3.2.1	<i>Ventilación general</i>	73
3.2.2	<i>Ventilación por dilución</i>	74
3.2.3	<i>Ventilación local</i>	74
3.3	Ventilación general por dilución	76
3.4	Principios de ventilación por dilución	79
3.4.1	<i>Calcular el caudal de aire necesario</i>	79
3.4.2	<i>Ubicación de las salidas de aire</i>	79
3.4.3	<i>Recorrido esperable del aire en la zona</i>	79
3.4.4	<i>Prever la reposición del aire extraído</i>	81
3.4.5	<i>Evitar la entrada del aire extraído al laboratorio</i>	81
3.5	La ventilación por dilución como técnica de control de la exposición a agentes químicos y biológicos	81
3.5.1	<i>No es apropiado implementar otras medidas de prevención primaria</i>	82
3.5.2	<i>Toxicidad del contaminante</i>	82
3.5.3	<i>Cantidad de contaminante generada baja</i>	82
3.5.4	<i>Trabajo alejado del foco de contaminante</i>	82
3.5.5	<i>Existencia de gran cantidad de focos contaminantes</i>	83
3.5.6	<i>Tasas de emisión del contaminante al medio ambiente</i>	83
3.6	Cálculo del caudal requerido para la prevención del riesgo en la salud	83
3.6.1	<i>Ecuación general de la ventilación por dilución</i>	83
3.7	Valor del factor de K	87
3.8	Recambios de ventilación en Biocal	89
3.8.1	<i>Renovaciones por hora</i>	89
3.8.2	<i>Cálculo de renovación</i>	90
3.9	Sistema filtración para la de ventilación natural general	91
3.9.3	<i>Clasificación de filtros gruesos, medios y finos según la norma EN 779:2012</i>	93
3.9.4	<i>Clasificación de filtros de eficiencia EPA, HEPA y ULPA según la norma EN 1822:2009</i>	94
3.9.5	<i>Clasificación según la norma ISO 29463:2011</i>	94
4.	INTEGRACIÓN DE ESQUEMATIZACIÓN BÁSICA DE BIOCAL	97
4.1	Características de diseño	98

4.2 Instrumentación	100
4.2.1 <i>Instrumental de vidrio</i>	100
4.2.2 <i>Instrumental de porcelana</i>	103
4.2.3 <i>Instrumental Plástico</i>	104
4.2.4 <i>Instrumentación Metal</i>	105
4.2.5 <i>Instrumentación de papel</i>	106
4.3 Infraestructura Mesones	107
4.3.1 <i>Cerámica técnica</i>	107
4.3.2 <i>Resina fenólica</i>	108
4.3.3 <i>Prueba de resistencia agentes químicos y comparación de Cerámica técnica VS Resina Fenólica</i>	108
4.4 Infraestructura Pisos y paredes	110
4.4.1 <i>Materiales recomendables para pisos y paredes de Bioca.</i>	111
4.4.2 <i>Características que deben cumplir los pisos y las paredes de Biocal</i>	111
4.4.3 <i>Prueba de resistencia agentes químicos</i>	112
4.4.4 <i>Pintura epoxica</i>	112
4.5 Los lavabos	113
4.6 Almacenamiento de sustancias y/o desechos	114
4.7 Mobiliario	114
4.7.1 <i>Características de las superficies de trabajo y otros muebles para Biocal</i>	114
4.8 Cuarto oscuro (espectro métrico)	115
4.8.1 <i>Características de un cuarto oscuro</i>	115
4.8.2 <i>Precauciones en el cuarto oscuro</i>	116
4.8.3 <i>Luz de Seguridad</i>	116
4.9 Cuarto de micro balanzas y cuarto de prácticas con agentes biológicos	116
4.9.1 <i>Micro balanzas</i>	116
4.9.2 <i>No expuesta a corrientes de aire</i>	117
4.9.3 <i>La temperatura</i>	117
4.9.4 <i>La humedad</i>	117
4.9.5 <i>La luz</i>	117
4.9.6 <i>El Aire</i>	117
4.10 Dimensionamiento	118
4.11 Directrices para la puesta en servicio de laboratorios e instalaciones	118
5. GUÍA BÁSICA PARA LAS TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE BIOCAL	120
5.1 Equipos de seguridad o barreras primarias para Biocal	120
5.2 Equipos de seguridad o barreras secundarias para Biocal	120
5.3 Protocolo de trabajo seguro en Biocal	121
5.4 Técnicas de Biocal	123
5.4.1 <i>Manipulación de muestras biológicas</i>	123
5.5 Técnicas biológicas apropiadas para Biocal	123
5.5.1 <i>Manejo de recipientes para muestras</i>	123
5.5.2 <i>Transporte de muestras dentro de Biocal</i>	124

5.5.3	<i>Apertura de los envases en Biocal</i>	124
5.5.4	<i>Uso de pipetas y dispositivos de pipeteo</i>	124
5.6	Técnicas para evitar la dispersión de material biológicos	125
5.7	Técnicas para evitar la ingestión de material infeccioso y su contacto con la piel y los ojos	125
5.8	Uso de equipos específicos de Biocal	126
5.8.1	<i>Uso de las cabinas de seguridad biológica o cabinas de flujo laminar horizontal</i>	126
5.8.2	<i>Uso de las centrifugadoras</i>	127
5.8.3	<i>Uso de homogeneizadores, agitadores, mezcladores y desintegradores ultrasónicos</i>	128
5.8.4	<i>Mantenimiento y uso de refrigeradores y congeladores</i>	129
5.9	Separación de líquidos	129
5.10	Reglamento del laboratorio aplicable a los alumnos	130
5.11	Normas específicas de la práctica	131
5.11.1	<i>Normas personales</i>	131
5.11.2	<i>Normas referentes al orden de Biocal</i>	131
5.11.3	<i>Normas referentes a la utilización de productos químicos y medios de cultivo en Biocal.</i>	132
5.12	Buenas prácticas de laboratorio y lavado de manos	132
6.	CONCLUSIONES	133
	BIBLIOGRAFÍA	135
	ANEXOS	142

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Laboratorio de nivel 1 de bioseguridad BSL-2	26
Figura 2. Laboratorio de nivel 2 de bioseguridad BSL-2	27
Figura 3. Laboratorio de nivel 3 de bioseguridad BSL-3	28
Figura 4. Laboratorio de nivel 4 de Bioseguridad BSL-4.	29
Figura 5. Plano de terreno proyección de ejemplo	30
Figura 6. Normativa de seguridad, higiene y salud en el trabajo.	35
Figura 7. Dimensionamiento y aspecto de refrigerador	43
Figura 8. Dimensiones y aspecto físico del congelador	46
Figura 9. Cabina de flujo laminar aspecto físico	49
Figura 10. Autoclave aspecto físico	52
Figura 11. Balanzas analíticas, semicrobalanza y una micro balanza	55
Figura 12. Microscopios binoculares biológico	57
Figura 13. Agitador magnético con calentamiento	59
Figura 14. Centrifuga y accesorios	61
Figura 15. Esquema de una mesa anti vibratoria	63
Figura 16. Gabinetes de almacenamiento de sustancias	66
Figura 17. Ventilación natural vs Ventilación mixta	77
Figura 18. Secuencia idel de entrada de aire	79
Figura 19. Situaciones incorrectas y correctas del área trabajo	80
Figura 20. Volumen de control	84
Figura 21. Grafica para observar la ley de acumulación	86
Figura 22. Valor Factor K	88
Figura 23. Distribución de aire , para hallar K	88
Figura 24. Renovaciones de aire por hora del sector industrial.	89
Figura 25. Representación de el volumen de Biocal	90
Figura 26. Resistencia química Resina fenólica Vs cerámica técnica	109
Figura 27. Rotulo de las entradas de Biocal	144
Figura 28. Protocolo de lavado de manos antes y después de salir Biocal	145

Figura 29. Plano terreno de Biocal	145
Figura 30. Vista interior de Biocal, plano 1	146
Figura 31. Vista interior de Biocal, plano 2	147
Figura 32. Vista interior de Biocal, plano 3	148
Figura 33. Vista interior de Biocal, plano 4	149

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Relación de grupo de riesgo con niveles de bioseguridad	36
Tabla 2. Fabrica y empresa comerciante refrigerador	43
Tabla 3. Especificaciones de diseño del refrigerador	43
Tabla 4. Características de diseño del refrigerador	44
Tabla 5. Fabricante y empresa congelador	45
Tabla 6. Especificaciones de diseño del congelador	46
Tabla 7. Continuación de las especificaciones del congelador	47
Tabla 8. Características de diseño del congelador	47
Tabla 9. Fabricante y Empresa comerciante cabina de flujo laminar	49
Tabla 10. Especificaciones de diseño de la cabina de flujo laminar	50
Tabla 11. Características de diseño de la cabina de flujo laminar	50
Tabla 12. Fabricante y Empresa comerciante de autoclave	51
Tabla 13. Especificaciones de diseño de una autoclave	52
Tabla 14. Características de diseño de una autoclave	53
Tabla 15. Fabricante y empresa comerciante de balanzas	54
Tabla 16. Especificaciones de diseño de una semicrobalanza analítica	55
Tabla 17. Especificaciones de diseño de una micro balanza analítica	56
Tabla 18. Fabricante y empresa comerciante de microscopio	57
Tabla 19. Especificaciones de diseño para microscopio	58
Tabla 20. Fabricante y empresa comerciante de un agitador con calentamiento	59
Tabla 21. Especificaciones diseño de agitador con calentamiento	60
Tabla 22. Fabricante y empresa comerciante de una centrifuga	60
Tabla 23. Especificaciones de diseño de una centrifuga	61
Tabla 24. Características de la centrifuga	62
Tabla 25. Fabricante y empresa comerciante de una mesa anti vibratorias	63
Tabla 26. Especificaciones y materiales de construcción	64
Tabla 27. Características de diseño y certificaciones	64
Tabla 28 . Fabricante y empresa comerciante de gabinetes de almacenamiento	65

Tabla 29. Especificaciones de diseño de gabinantes de almacenamiento	66
Tabla 30. Clasificación de niveles de Diseño de ventilacion de laboratorio LVDL	75
Tabla 31. Características de ventilación natural Vs ventilación mixta	78
Tabla 32. Categorización de clase de filtros y tamaños de particula	91
Tabla 33. Clasificación Norma EN 779:2002	93
Tabla 34. Clasificación Norma EN 779:2012	93
Tabla 35. EPA, HEPA Y ULPA según la norma EN 1822:2009	94
Tabla 36. ISO 29463:2011	94
Tabla 37. Instrumental de vidrio para Biocal	100
Tabla 38. Instrumental de porcelana para Biocal	103
Tabla 39. Instrumental de plastico para Biocal	104
Tabla 40. Instrumental de Metal para Biocal	105
Tabla 41. Instrumental de papel	107
Tabla 42. Prueba de resistencia a sustancias químicas	109
Tabla 43. Compración de características de los materiales	110
Tabla 44. Resistencia de agentes químicos	112
Tabla 45. Tabla de dimensionamiento de Biocal	118

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Definición
CPB	Centro de Procesos Biológicos
CEPIIS	Centro de Procesos e Innovación para la industria sostenible
GR1	Grupo de riesgo 1
GR2	Grupo de riesgo 2
GR3	Grupo de riesgo 3
GR4	Grupo de riesgo 4
BSL-1	Laboratorio de nivel 1 de Bioseguridad
BSL-2	Laboratorio de nivel 2 de Bioseguridad
BSL-3	Laboratorio de nivel 3 de Bioseguridad
BSL-4	Laboratorio de nivel 4 de Bioseguridad
EPP	Elementos de protección personal
SG-SST	Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo
PAI	Programa amplio de inmunización
CSB	Cabina de seguridad biológica
SV	Sistema de ventilación
SVA	Sistema de ventilación artificial o mecánica
SVN	Sistema de ventilación natural
SVC	Sistema de ventilación combinada o mixta
HEPA	High Efficiency Particle Arresting
SEFA	Asociación de equipos y muebles científicos

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Definición (Unidad)
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
cm	Centímetros
mm	Milímetros
kg	Kilogramos
mg	Miligramos
h	Hora
min	Minutos
s	Segundos
L	Litros
ml	Milímetros
W	Watt
A	Amperios
Hz	Hertz
dB	Decibel
°C	Grados Celsius
rpm	Revoluciones por millón

RESUMEN

El presente trabajo de grado tuvo como propósito desarrollar una propuesta de diseño conceptual del Centro de procesos Biológicos (CPB) que lleva como nombre Biocal, de esta manera este será mencionado dentro de la propuesta, se encontrara incorporado al Centros de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Universidad de América; donde se establecieron una serie de directrices para el cumplimiento total de los objetivos de este proyecto.

Para empezar, encontraremos unas generalidades donde nos indicara la importancia de este tipo de centros partiendo desde el planteamiento del problema y preguntas tales como, por qué y para qué son necesarios, una serie de antecedentes y definiciones, que nos ayuda como referencia, para dar así la justificación de este proyecto. Por otro lado, se encontrará los objetivos a cumplir en este. A continuación, el trabajo se divide en cuatro partes para el cumplimiento total del objetivo principal, la primera parte se habla de los requerimientos mínimos de seguridad que establecieron a partir de estándares de normativas nacionales e internacionales, equipos básicos para el funcionamiento de Biocal, y los servicios para su puesta en marcha. La segunda parte que se encuentra en trabajo es el sistema de adecuación y acondicionamiento del aire para Biocal, en donde se encontraremos la clasificación de los sistemas de ventilación, los tipos de ventilación y los tipos de filtros que se trabajan en la industria, por ultimo los resultados obtenidos a partir de esta información. La tercera parte, hablamos de la integración esquemática, que contara con las dimensiones del lugar, la ubicación y la instrumentación que hace referencia a los equipos anteriormente mencionados y también equipos de protección como los lavabos, lavaojos cabinas de protección etc. De igual manera materiales para las infraestructuras de lugar tales como mesones, pisos y paredes, como la parte mobiliaria y condiciones específicas de diseños para zonas de trabajo tales como una serie de cuartos especiales. Por último, se trabaja una guía de manejo del laboratorio para cada una de las funciones a cumplir llegando a una serie de resultados y conclusiones.

Palabras claves: Requerimientos mínimos de seguridad Biocal, Características de diseño para centro de procesos biológicos, Sistema de ventilación y tipos de ventilación, Técnicas de laboratorio, Protocolos de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los laboratorios tanto de enseñanza de las ciencias, como en la investigación y en el entorno industrial es sin duda el trabajo práctico que nos proporcionara la experimentación y el descubrimiento, para evitar tomar el concepto de “resultado correcto” que se maneja mediante un aprendizaje teórico, es decir Tomado de s de la literatura, Sin duda alguna, este tipo de centros o espacios nos permite descubrir una serie de datos de manera práctica, con una serie de errores reales tanto para la enseñanza, investigación y a nivel industrial en pro a conseguir cada vez más una exactitud real [1].

En otros términos, el laboratorio según sus prácticas es un lugar equipado de diferentes instrumentos, de medición, almacenamiento y prueba, donde se realizan experimentos o investigaciones de diversas ramas de la ciencia a la que se enfoque esta. Estos espacios son versátiles ya que pueden ser utilizados a nivel académico, hasta uno nivel industrial, donde responde a las necesidades de los múltiples propósitos de uso que se les puede llegar a dar [1].

De igual modo cuando hablamos un poco más de lo que hace referente al diseño de un laboratorio biológico de nivel 2, se tiene en cuenta que por su parte trabaja con materiales biológicos en todos sus niveles, ayudados con su equipamiento permiten que se puedan desarrollar actividades e investigaciones con gran impacto al sector a trabajar [2].

Por eso el diseño de estos espacios garantiza tener mayor innovación para el descubrimiento de diferentes prácticas como lo puede ser la caracterización, espectrometría entre otros de productos obtenidos en centros de procesos que pueden manejar las universidades, otorgando así un plus a estas instituciones ya que se tienen un manejo adecuado y de calidad de estos productos, lo que nos indica que al momento de diseñar estos espacios se deben tener cuenta la organización del acceso para determinar un flujo de trabajo, es decir vías de circulación que puedan evitar en mayor parte el contacto directo el biológico con el trabajador o el personal, plantear la distribución de actividades y equipos en cada zona de trabajo para tener mayor control y manejar así los requerimientos de seguridad, para cumplir las normativas nacionales e internacionales [3].

Por otro lado, debemos tener cuenta que estos recintos deben contar con su adecuación y acondicionamiento de aire para prevalecer la seguridad de los trabajadores y de los agentes biológicos que se encuentre en estos espacios, ya que gracias a esto se pueden manejar las condiciones de trabajo, en el caso particular para de Biocal, sus condiciones a manejar son un temperatura en un rango de 14 a 18 °C y una presión por debajo de la atmosférica manejada, esto para mantener a los agentes biológicos en sus condiciones de trabajo, y para esto se plantea diferentes sistemas y tipos de ventilación como lo son: Sistema de ventilación natural, mixta y mecánica, que están determinadas por unas estrategias de control y su respectivo filtro tales como filtros grueso, finos o medio y algunos más exactos como EPA, HEPA y ULPA [4].

Nigel Cross define la metodología de diseño como “ El estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar, e incluye el estudio de como los diseñadores trabajan y piensan; en el establecimiento de estructuras apropiadas para el proceso de diseño y la reflexión sobre la naturaleza y extensión del conocimiento como aplicación a problemas” [5], por esto importante tener siempre cuenta la esquematización para tener una idea más realista a lo que se quiere llegar.

Por últimos este tipo de centros manejan una guía o manual de protocolos que permite mantener todo en orden, evitado riesgos que se pueden llegar a suceder, por malas prácticas o no tener claridad en las especificaciones de manejo de ciertos equipos o no contar con su respectiva protección personal constituida por las normas nacionales que nos rigen.

1. GENERALIZADES

1.1 Planteamiento del problema

El mapeo que se llevó a cabo para determinar la capacidad de laboratorios de procesos biológicos de las universidades del país, fue realizado por el *Ministerio de Educación Nacional (MEN)* en conjunto con el *Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Min Ciencias)*, el *Instituto Nacional de Salud (INS)* y con apoyo de las Universidades de Antioquia, Andes y Bosques, el cual tenía como objetivo principal diseñar una encuesta dirigida directamente a las universidades del país y otras entidades para determinar la cantidad y capacidad de estos para apoyar la identificación de patologías relevantes en los últimos años (Como dengue, malaria, chikunguña, infecciones, etc.), causadas por varios factores, teniendo en cuenta esto indagaron a partir de algunas características como si cumplían con las normas de bioseguridad a partir de laboratorios de nivel 2 de bioseguridad (BSL-2) y protocolos, procedimientos y documentación de seguridad y por último si tiene o no control metrológico. Llegando como resultado que dentro del país existen 103 laboratorios biológicos de los cuales el 78% son de universidades y solo 23 de estos se encuentran en la ciudad de Bogotá, de los cuales solo 4 universidades cumplen con estas características de dichos laboratorios, las cuales son: Universidad Central, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Rosario, y la Universidad de los Andes [6].

Actualmente no existe en la Universidad de América un modelo de laboratorio que permita observar procesos biológicos BSL-2, o que pueda apoyar el centro de procesos e innovación para la industria sostenible (CEPIIS), con procedimientos que sean sensibles a la humedad, luz tales como la gravimetría o caracterizaciones de diferentes productos que puedan ser obtenidos dentro del CEPIIS, de igual manera reacciones biológicas etc., por otro lado poner en práctica la teoría de asignaturas como; catálisis, materiales ,cinética, microbiología, bioprocesos etc., ya que no se cuenta con esto, se puede observar déficit en entorno Investigativo, educativo y profesional dentro de la educación superior que se ofrece, estableciendo esto , la universidad requiere de este tipo de laboratorios para resolver estos problemas y abrir una amplia gama de oportunidades laborales para profesionales del entorno educativo y del exterior, como por otro lado formar estudiantes a partir practicas reales en el entorno industrial e innovador del país aplicando los conocimientos teóricos dados en las asignaturas correspondientes y realizar futuros trabajos de grado o investigaciones apoyándose de este tipo de laboratorios ofreciéndolo a los grupos de

investigación de la universidad en un entorno experimental más real y formar futuros investigadores, en pro de mejora del nombre de la universidad.

Sin embargo, existen alternativas para dar soluciones parciales como proyecto de salidas de campo a empresas o compañías que tengan o establezcan prácticas de esta índole, pero de igual manera estas conllevan en si a tener una limitación estricta en aplicación directa de estas. Por otro lado, la fomentación de las prácticas empresariales, pero muchas veces estas no se aplican las labores que deben ser ejercidas por un ingeniero químico y en ultima estancias buscar universidades que tengan estos laboratorios y apoyarse en ellas.

1.2 Preguntas investigativas

1.2.1 *Pregunta general*

- ¿Por qué es indispensable diseñar un centro de procesos biológicos (CPB, laboratorio de procesos biológicos con nivel de seguridad 2), dentro del centro de procesos de investigación (CEPIIS) de la Universidad de América?

1.2.2 *Preguntas específicas*

- ¿Qué requerimientos de diseño se deben tener en cuenta al momento de realizar un diseño conceptual de un laboratorio biológico de nivel 2 (BSL-2)?
- ¿Qué adecuaciones y acondicionamiento de un laboratorio de procesos biológicos nivel 2 (BSL-2)?
- ¿Cuáles son los parámetros necesarios de diseño para estos laboratorios y como seria su esquematización?
- ¿Cuáles son protocolos bioseguridad y procedimientos adecuados que se deben realizar en al momento de las practicas dentro de este?.

1.3 Antecedentes

Para el desarrollo del proyecto se toman en consideración las siguientes revisiones bibliográfica con el fin de recopilar información acerca del diseño conceptual de un laboratorio bilógico nivel 2 (BSL-2) , como las características que debe cumplir, condiciones ambientales, adecuadas de este, implementación de habitaciones especiales entre otras condiciones que debe cumplir en este.

En el documento de *Lineamientos generales de bioseguridad y biocontención para los laboratorios de la red nacional de laboratorios* del ministerio de Salud y Protección Social en año 2020, establece los lineamientos de bioseguridad y biocontención en las diferentes áreas de laboratorio, mediante un sistema de identificación y evaluación del riesgo que permita realizar un gestión eficiente del mismo, manteniendo las buenas prácticas y recomendaciones de los documentos técnicos adoptados o adaptados para tal fin y cumplimiento con la normativa vigente. De esta manera el documento mencionado proporciona información guía para la orientación de procesos y procedimientos de bioseguridad en las diferentes áreas de un laboratorio que incluyen patógenos aislados o muestras contaminantes de microorganismos [7].

El Artículo de *Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro* de Humberto H, Lara Villegas Vanesa Ayala etc. de Sociedad Mexicana de Bioquímica A. C. México en el año 2008 establece que la clasificación es la siguiente: **Grupo de riesgo 1 (GR1):** Agentes no asociados con enfermedades en humanos adultos saludables ni en animales (nulo o bajo riesgo al individuo o la comunidad). Ejemplo: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, ciertas cepas de *Escherichia coli* [8]. **Grupo de riesgo 2 (GR2):** Agentes asociados con enfermedades humanas raramente serias para las cuales siempre hay medidas preventivas y/o terapéuticas disponibles. El riesgo de diseminación de la infección es limitado (riesgo individual moderado, bajo riesgo a la comunidad). Ejemplo: *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori*, *Neisseria* [8]. **Grupo de riesgo 3 (GR3):** Agentes asociados con enfermedades humanas serias o letales para las cuales podrían estar disponibles medidas preventivas y/o terapéuticas. "El contagio entre individuos infectados es poco común (alto riesgo individual, bajo riesgo a la comunidad Ejemplo: *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium tuberculosis*, VIH, bacterias multirresistentes como *Staphylococcus aureus* resistente a MRSA y *Streptococcus pyogenes* resistente a eritromicina (SPRE) [8]. **Grupo de riesgo 4 (GR4):** Agentes causantes de enfermedades humanas serias o letales para las cuales no hay medidas preventivas y/o terapéuticas disponibles. El contagio entre individuos infectados se da fácilmente (alto riesgo individual, alto riesgo a la comunidad). Ejemplo: *virus del Ébola*, *Marburg*, *Lassa* [8].

En artículo de *Generalidades de un laboratorio* de Isaac Túnez, María Muñoz de la universidad de Córdoba en el año 2019 se puede entender que, si bien cada laboratorio dispone de diferente

material atendiendo a su área de conocimiento, líneas de investigación y presupuesto, todos ellos disponen de un material comúnmente conocido como material no inventariable. Éste a su vez puede distribuirse según el elemento que lo conforma en material de vidrio o de plástico, así como según su posibilidad de reutilización en desechable o reutilizable. Este material básico no ha sufrido grandes transformaciones en el devenir del tiempo. Solo ha mejorado en su calidad y capacidad de precisión. El presente capítulo tratará de exponer los materiales de este tipo más relevantes y habituales, con el objetivo de que se adquiriera la capacidad para definirlos, identificarlos, compararlos y contrastarlos, permitiendo con ello el correcto uso y manejo de estos [9].

En el artículo de *Especificaciones y Normativas de habitaciones de presión negativa*, de Natalia Castejón en el año 2020. Se usan para contener contaminantes aéreos dentro de un área determinada, estos contaminantes también son conocidos como patógenos nocivos incluyendo hongos, bacterias, virus, levaduras, moho, compuestos orgánicos volátiles y gases. Con la presión se consigue evitar la dispersión del patógeno generado. El cuarto debe encontrarse en presión atmosférica menor con respecto a la sala previa o al corredor de acceso normalmente se usa un saldo o diferencia de presión de 20 pascales, pero este puede cambiar según la referencia tomada. Las habitaciones de presión negativa renuevan el aire de la estancia entre unas 12 o 15 veces cada hora, esto va combinado con un flujo de aire que va de la zona menos contaminada de la estancia hacia la más contaminada, asegurando así eliminar de una manera eficiente y rápida las partículas infecciosas que se regeneran dentro el lugar. El aire debe ser extraído de la habitación y luego filtrado antes de ser expulsado al exterior, esta filtración se recomienda realizar con un filtro *High Efficiency Particle Arresting* (HEPA), que cuenta con una eficiencia del 99,97% en el filtrado del ambiente. La caída de presión del filtro debe ser monitoria cuando esta llega a un rango 51 a 102 mm y columna de agua indica el fin de su vida útil y debe ser cambiado [10].

En el artículo de *Especificaciones y Normativa de habitaciones de presión positiva*, de Seisamed del año 2020. Este tipo de presión positiva se utiliza comúnmente en salas de pacientes con inmunosupresión o en las habitaciones adyacentes a las salas de presión negativa, y su propósito es asegurar que los patógenos transmitidos por el aire no contaminen al paciente o los

suministros dentro del área, el ejemplo perfecto es una sala de operaciones donde se busca proteger al paciente que tiene heridas abiertas además de los suministros estériles que serán utilizados en él o ella, en este orden de ideas las habitaciones con presión positiva se consideran los espacios más limpios de un hospital. Para evitar que la presión dentro de las salas sufra variaciones drásticas afectando el control de infecciones se deben emplear estrategias rutinarias, a continuación conocerás algunas de ellas: Controlar el suministro y escape de aire con monitores electrónicos, Comprobar que los compresores de aire grado médico funcionen correctamente, Verificar que no existan obstrucciones de los difusores de suministros y rejillas dentro de la habitación, incluso en algunos casos los ocupantes pueden bloquearlos para mejorar su confort térmico, Comprobar el rendimiento de los equipos de seguridad biológica dentro de la sala y en las habitaciones adyacentes ya que podrían afectar el equilibrio de aire y Verificar todos los sistemas de presión después de cualquier renovación porque estas pueden alterar el sistema de ventilación en todo el hospital [11].

En Artículo de *Filtros de aire industriales: tipos de filtros para la depuración del aire*, de S&P en el año 2018, se establecen tipos de filtros o separadores de polvo depende siempre del tamaño de las partículas contenidas en el aire además del nivel de concentración de dichas partículas, teniendo en cuenta que, el límite superior de concentración de polvo en el aire para poder emplear filtros es de 35 mg/m³. En función del diámetro de las partículas contaminantes se aplicará un tipo distinto de filtros: Para la separación de virus y partículas de tamaño molecular se utilizan filtros de carbón activo; son filtros desodorizantes para el tratamiento de contaminantes de fuerte concentración o tóxicos, Para separar hollín y el humo de tabaco deben utilizarse filtros electrostáticos; atraen y retienen los contaminantes como imanes, Para separar polen y polvo deben utilizarse filtros húmedos o secos. En el caso de los filtros húmedos se denominan también viscosos por su entramado filtrante de material metálico o fibra impregnado de una materia viscosa como aceite o grasa. Los filtros secos, sin embargo, están formados por un lecho de fibras finas a través del cual se hace pasar el aire. En el caso de los filtros secos, su rendimiento aumenta a medida que la porosidad del material es menor. Permiten una velocidad de paso del aire más reducida que los filtros húmedos pero su duración es menor. A la hora de emplear filtros, será importante tener en cuenta que la concentración de partículas en el aire no

sea demasiado elevada ya que el filtro podría quedar colapsado e incidir directamente en el coste del mantenimiento de la instalación [12].

Dentro del documento, *Manual de bioseguridad en un laboratorio* de la organización mundial de la salud del año 2005, podemos ver que de los dentro de los equipos fundamentales necesarios para los laboratorios biológicos son las cabinas de seguridad biológica (CSB) están diseñadas para proteger al trabajador, la atmósfera del laboratorio y los materiales de trabajo de la exposición a las salpicaduras y los aerosoles infecciosos que pueden generarse al manipular material que contiene agentes infecciosos, como cultivos primarios, soluciones madre y muestras de diagnóstico. Los aerosoles se producen en cualquier actividad que transmita energía a un material líquido o semilíquido, por ejemplo, al agitarlo, verterlo a otro recipiente, removerlo o verterlo sobre una superficie o sobre otro líquido. Las actividades como la siembra de placas de agar, la inoculación de frascos de cultivo celular con pipeta, el uso de pipetas múltiples para dispensar suspensiones líquidas de agentes infecciosos en placas de micro cultivo, la homogeneización y la agitación vertical de material infeccioso, y la centrifugación de líquidos infecciosos o el trabajo con animales pueden generar aerosoles infecciosos. Las partículas de aerosol de menos de 5 mm de diámetro y las pequeñas gotículas de 5 a 100 mm de diámetro no son visibles a simple vista [13].

1.4 Marco teórico

1.4.1 Bioseguridad

La bioseguridad es un conjunto de normas, medidas y protocolos que son aplicados en múltiples procedimientos realizados en investigaciones científicas y trabajos docentes con el objetivo de contribuir a la prevención de riesgos o infecciones derivadas de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o con cargas significativas de riesgo biológico, químico y/ físicos, como por ejemplo el manejo de residuos especiales, almacenamiento de reactivos y uso de barreras protectoras entre otros [14].

1.4.2 Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1)

Las prácticas, los equipos de seguridad, el diseño y la construcción de la instalación del Nivel de Bioseguridad 1 son adecuados para la educación o capacitación secundaria o universitaria, y para

aquellas instalaciones en las que se trabaja con cepas definidas y caracterizadas de microorganismos viables que no se conocen como generadores y enfermedad sistémica en humanos adultos sanos. El BSL-1 representa un nivel básico que se fundamenta en prácticas microbiológicas estándar sin ninguna barrera primaria o secundaria especialmente recomendada, salvo una pileta para lavado de manos [14].

Figura 1.

Laboratorio de nivel 1 de bioseguridad BSL-1



Nota. Ilustración de lo que representa un laboratorio de nivel 1. Tomado de: Institución Sudamericana , «Instituto Técnico de Bioseguridad y Mantenimiento en el Laboratorio,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://d11vm.blogspot.com/2015/11/niveles-de-bioseguridad-son-las.html>.

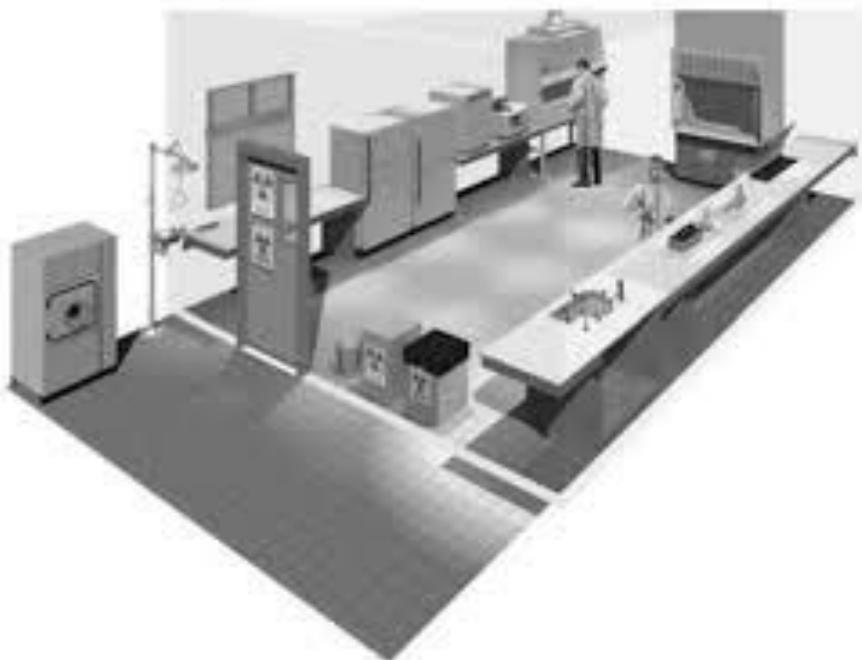
1.4.3 Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2)

Las prácticas, los equipos, el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 2 son aplicables a laboratorios educativos, de diagnóstico, clínicos u otros laboratorios donde se trabaja con un amplio espectro de agentes de riesgo moderado que se encuentran presentes en la comunidad y que están asociados con enfermedad humana de variada gravedad. Con buenas técnicas microbiológicas, estos agentes se pueden utilizar en forma segura en actividades realizadas en una mesa de trabajo, siempre que no se produzcan salpicaduras o aerosoles en cuyo caso se utilizará CSB se deben utilizar las demás barreras primarias que correspondan, tales como máscaras contra salpicaduras, protección facial, batas y guantes y contar con barreras

secundarias, tales como piletas para lavado de manos e instalaciones de descontaminación de desechos a fin de reducir la contaminación potencial del medio ambiente [15].

Figura 2.

Laboratorio nivel 2 de bioseguridad BSL-2



Nota. Ilustración que representa un laboratorio de nivel 2. Tomado de: Institución Sudamericana , «Instituto Técnico de Bioseguridad y Mantenimiento en el Laboratorio,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://d11vm.blogspot.com/2015/11/niveles-de-bioseguridad-son-las.html>.

1.4.4 Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3)

Las prácticas, equipos de seguridad y el diseño y la construcción de las instalaciones del Nivel de Bioseguridad 3 pueden aplicarse a instalaciones clínicas, de producción, investigación, educación o diagnóstico, donde se trabaja con agentes exóticos o indígenas con potencial de transmisión respiratoria, y que pueden provocar una infección grave y potencialmente letal. Al manipular agentes del Nivel de Bioseguridad 3 se pone mayor énfasis en las barreras primarias y secundarias para proteger al personal en áreas contiguas, a la comunidad y al medio ambiente de la exposición a aerosoles potencialmente infecciosos [15].

Figura 3.

Laboratorio de nivel 3 de bioseguridad BSL-3



Nota. Ilustración que representa un laboratorio de nivel 3. Tomado de: Institución Sudamericana , «Instituto Técnico de Bioseguridad y Mantenimiento en el Laboratorio,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://d11vm.blogspot.com/2015/11/niveles-de-bioseguridad-son-las.html>.

1.4.5 Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4)

Las prácticas, equipos de seguridad, y el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 4 son aplicables al trabajo con agentes peligrosos o tóxicos que representan un alto riesgo individual de enfermedades que ponen en peligro la vida, que pueden transmitirse a través de aerosoles y para las cuales no existen vacunas o terapias disponibles. Los agentes con una relación antigénica cercana o idéntica a los agentes de los Niveles de Bioseguridad 4 deben manejarse conforme a las recomendaciones de este nivel. Cuando se han obtenido datos suficientes, el trabajo con estos agentes puede continuarse a este nivel o a un nivel inferior. El aislamiento completo del personal de laboratorio de los materiales infecciosos en aerosol se logra principalmente trabajando en un CSB Clase III o en un traje de cuerpo entero, con provisión de aire y presión positiva. Por lo general, la instalación del Nivel de Bioseguridad 4 es un edificio separado o una zona totalmente aislada con sistemas de gestión de desechos y requisitos de ventilación especializados y complejos para prevenir la liberación de agentes viables al medio ambiente [15].

Figura 4.
Laboratorio nivel 4 Bioseguridad BSL-4.



Nota. Ilustración de lo que representa un laboratorio de nivel 4. Tomado de: Institución Sudamericana , «Instituto Técnico de Bioseguridad y Mantenimiento en el Laboratorio,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://d11vm.blogspot.com/2015/11/niveles-de-bioseguridad-son-las.html>.

1.4.6 Cabinas de Bioseguridad:

Es una cabina proyectada para ofrecer protección al usuario y al ambiente de los riesgos asociados al manejo de material infeccioso y otros materiales biológicos peligrosos, excluyendo materiales radiactivos, tóxicos y corrosivos en este punto conviene aclarar el concepto que incluye su denominación, seguridad biológica, referida a la protección que proporcionan al trabajador y que está basada en la dinámica de los fluidos. Es habitual que estas cabinas sean denominadas "Cabinas de flujo laminar" que si bien es cierto que alguno de sus tipos está dotado de este tipo de flujo, no debe asociarse el término flujo laminar al de seguridad biológica, puesto que existen otros tipos de cámaras dotadas del mismo (Cabinas de Flujo Laminar Horizontal, Cabinas de Flujo Laminar Vertical), que únicamente aseguran un flujo de aire limpio y sin turbulencias sobre el trabajo que se realice, pero que en ningún modo proporcionan protección al trabajador [16].

1.4.7 CEPIIS

Centros de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la universidad.

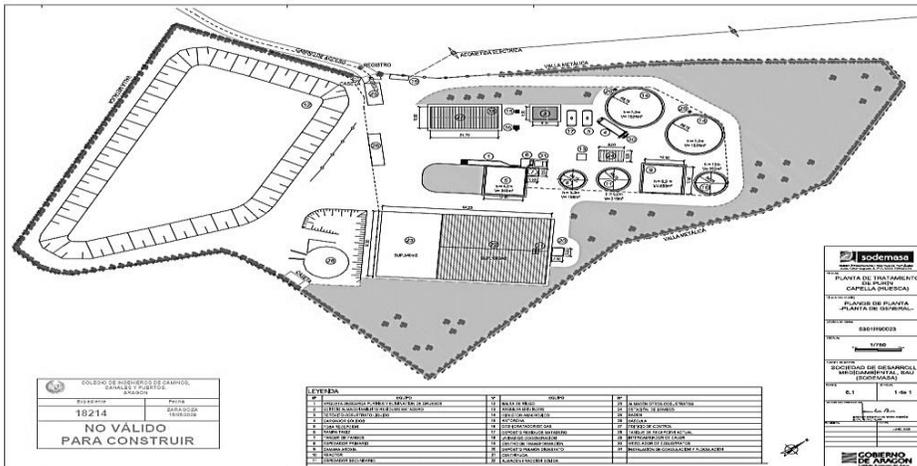
1.4.8 CPB

Centro de Procesos de Biológicos.

1.4.9 Plano de terreno

Un plano del terreno es una arquitectura, ingeniería y arquitectura del paisaje plan de elaboración diagrama que muestra los edificios, pistas de utilidad y diseño de equipos, la posición de las carreteras y otras construcciones de un sitio de proyecto existente o propuesta en una escala definida. Planos de localización también se conocen más comúnmente como planes de sitio. El plano del terreno es una orientación de "arriba a abajo". Los objetos y las relaciones específicas que se muestran dependen de la finalidad para la creación del plan de trama, pero típicamente contienen: edificios retenidas y propuestas, los elementos del paisaje, sobre las características del terreno y obstrucciones, las principales rutas de infraestructura, y las consideraciones legales críticos, tales como límites de la propiedad, retrocesos, y derechos de paso. Planos de localización de diseño disciplinas específicas 'pueden formar parte de los documentos de un proyecto complejo, tales como calificaciones, paisaje, técnicas de cimentación, y los servicios públicos [17].

Figura 5.
Plano de terreno proyección de ejemplo



Nota. Ilustración de lo que representa un plano de terreno que será tomado de como ejemplo para la elaboración de plano de terreno de Biocal. Tomado de : GDSA Proyectos , «Web_GDSA PPlanos,» 18 Junio 2020. [En línea]. Available: <http://etitudela.com/fpm/gdsa/0000009df11053504/0000009df20ebd207/0000009e2c0d7d203/index.html>.

1.4.10 Sistema de Tuberías

Los sistemas de tuberías están formados por tramos de tuberías y aditamentos que se alimentan aguas arriba por un depósito o una bomba y descargan aguas abajo libremente a la atmósfera o a otro depósito. En cualquier sistema de tuberías se pueden presentar los tres problemas hidráulicos vistos anteriormente: cálculo de pérdidas, comprobación de diseño y diseño de la tubería. Siempre se trata de llegar a sistemas determinados en que a partir de unos datos se tienen inequívocamente n incógnitas para n ecuaciones [18].

1.4.11 Sistema de adecuación de aire

El sistema Aire-Aire es el sistema al que llamamos aire acondicionado. Consiste en 4 elementos principales (compresor, condensador, evaporador y válvula de expansión) conectados entre sí a través de tuberías. De igual manera se requieren filtros para aerosoles biológicos [19].

1.4.12 Refrigeradores

Estos manejan muestras biomédicas, seguridad de vacunas, almacenamiento de para bancos de muestras biológicas y seguridad de reactivos, con un rango de temperatura de 8 – 12°C [20].

1.4.13 Autoclaves:

Una autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con cierre hermético que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y temperatura que sirve para esterilizar instrumental (material médico, de laboratorio, etc.) o llegado caso alimentos [21].

1.5 Justificación

En la presente investigación hablaremos sobre el diseño conceptual del centro de procesos biológicos (**CPB**), que llevara como nombre Biocal, que se encontrara integrado al Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (**CEPIIS**) de la universidad de América, esta investigación se debe llevar acabo ya que este laboratorio biológico tiene como finalidad apoyar las investigaciones que se puedan presentar dentro de este, de igual manera cumplir funciones como la caracterización de los productos obtenidos en **CEPIIS**, gravimetría entre otras prácticas y técnicas que son aplicables.

Lo importante de esta investigación a nivel social es que aumenta las oportunidades laborales, a nuevos profesionales poniendo practicas los conocimientos adquiridos dentro de sus carreras respectivas. A nivel académico ayudara a los estudiantes de todas las ingenierías de la universidad de América a pasar de una educación teórica y experimental, una educación un poco más práctica donde podrán tener mayor idea con respecto a la industria en la que estamos, así mismo a los grupos de investigación de requieran este tipo de laboratorios puedan utilizarlos sin necesidad de buscar o pagar otros lugares. A nivel ambiental se buscar ambiental buscar alternativas para el manejo de residuos que se puedan presentar por las practicas realizadas por el centro de proceso ingeniería (CEPIIS) y por último a nivel financiero a futuro se podrá abrir la posibilidad de generar una extensión de este laboratorio y se pueda tener algún tipo de retribución por ello.

Esta investigación debe ser realizada por ingeniero químico ya que son quienes tienen el conocimiento de los diseños, parámetros y requerimientos que necesitan este tipo de laboratorios, los criterios necesarios para los equipos, acondicionamiento de sistemas de aire, sistemas de tuberías y redes de emergencias de estos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Proponer el diseño conceptual del Laboratorio de procesos biológicos integrado en el Centro de Procesos e innovación para la industria sostenible de la Universidad de América.

1.6.2 Objetivos específicos

- 1.** Establecer los requerimientos mínimos de seguridad, equipos de laboratorio y de servicios para el centro de procesos biológicos considerando referentes y estándares nacionales aplicables al CEPIIS.
- 2.** Estructurar los sistemas de adecuación y acondicionamiento de aire según los principios de bioseguridad a trabajar en el CEPIIS.
- 3.** Integrar el esquema básico de instrumentación y equipos con las unidades disponibles para la propuesta de prácticas de la línea de diseño de procesos químicos y biológicos en el CEPIIS.

4. Construir una guía básica de protocolos de bioseguridad y de procedimientos de trabajo en el laboratorio para las labores académicas, investigación y de extensión considerando principios de diseño ambientalmente sostenible.

2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD, EQUIPOS Y SERVICIOS DE BIOCAL

Dentro del diseño de un espacio tal como lo es un laboratorio debemos tener en cuenta la viabilidad en aspectos técnicos, para esto se tienen parámetros importantes como: la seguridad, equipos a utilizar en este y los servicios requeridos; a partir de esto podemos decir que la seguridad nos permite prevenir accidentes, esto parte de la identificación de las fuentes de peligro, conocer los niveles de riesgo y los riesgos inherentes a cada peligro y saber cómo comportarse en caso de que lleguen a suceder. Por otro lado, tenemos que los equipos nos aportan datos y características para llegar a precisar las múltiples prácticas que se puedan llegar a realizar con ellos, funcionamiento y manejo adecuado, también se tiene en cuenta como aspecto importante a lo que hace referencia a los servicios ya que su principal función es poner en marcha el espacio trabajo o el laboratorio y los equipos en él y permitir realizar las prácticas.

En el diseño de Biocal, los aspectos técnicos a tener en cuenta como se mencionó anteriormente se establecerá la seguridad donde esta se centra en reducir la probabilidad de riesgo en cuanto al personal de trabajo como para las instalaciones, partiendo de que la responsabilidad nos compete a todos y se debe adaptar desde el diseño, cumpliendo las normativas en cuanto a sistemas contra incendios, sistemas de ventilación y sistema de contención biológica aplicando requerimientos mínimos de seguridad tanto como el establecimiento en específico, acceso al lugar, muebles y superficies de construcción y barreras secundarias.

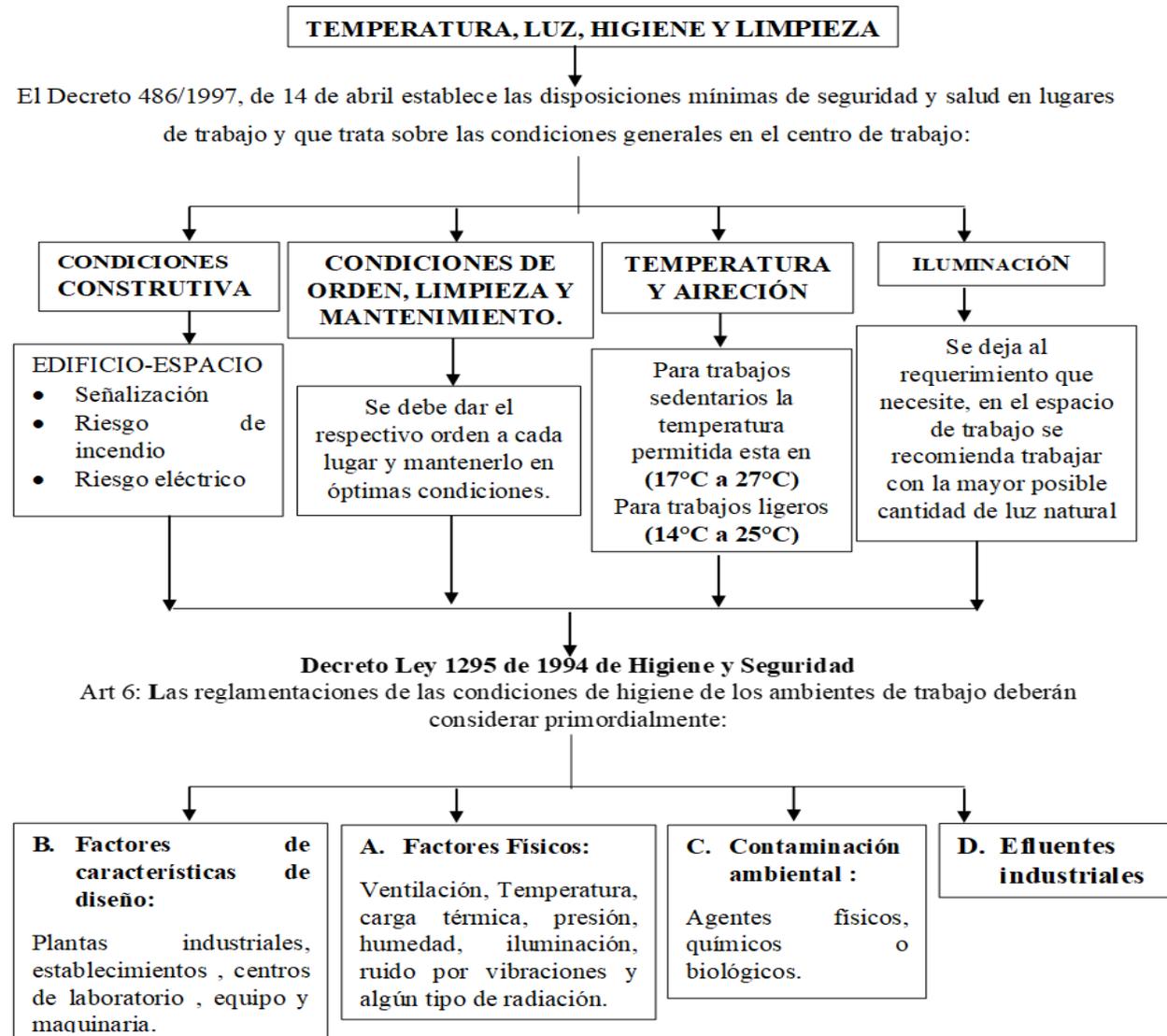
Los equipos para el laboratorio Biocal serán los estrictamente necesarios para llevar a cabo las investigaciones que a futuro se den por parte CEPIIS, teniendo en cuenta como principal función el manejo de agentes Biológicos, sin embargo, estas no se encuentran estipuladas de manera puntual o de igual manera se de a su interés propio, estos equipos son tales como refrigeradores, congeladores, materiales de vidrio, cabinas de flujo laminar entre otros.

Y por último se establecerán los servicios necesarios para Biocal, en cuanto energía y suministro de agua, donde se identificará su necesidad dentro el espacio de trabajo.

2.1 Requerimientos mínimos de seguridad para Biocal

Aplicando la normativa y la clasificación de bioseguridad se determinará los requerimientos mínimos seguridad manejados por los laboratorios en los estándares y referentes nacionales e internacionales observando el **Figura 6** y **Tabla 1** Para esto se debe tener algunas normativas presentes que nos ayudaran a identificar los parámetros de seguridad en cada escenario propuesto.

Figura 6.
Normativa de seguridad, higiene y salud en el trabajo.



Nota. Esta nos indicara los requerimientos necesarios para cumplir con los estándares nacionales en cuanto la seguridad en el trabajo Tomado de: M. Bernal, «Ministerio de trabajo y seguridad social, RESOLUCIÓN 2400 DE 1979,» 22 Mayo 1979.

También se identificará el tipo de nivel de riesgo que con el planteará el diseño del Biocal, permitiendo tener la mayor cantidad consideraciones para esto se observa la **tabla 1**:

Tabla 1.

Relación de grupo de riesgo con niveles de bioseguridad

<i>Niveles de Bioseguridad</i>	<i>Gr. de riesgo</i>	<i>Tipo de laboratorio</i>	<i>Prácticas de laboratorio</i>
Nivel 1	1	Enseñanza básica de investigación	Técnicas microbiológicas apropiadas.
Nivel 2	2	Diagnóstico de investigación , servicio de atención primaria	Técnicas microbiológicas apropiadas, ropa protectora, señal de riesgo biológicos.
Nivel 3	3	Diagnóstico de investigación especial	Prácticas de tipo nivel 2 de seguridad , ropa especial, acceso controlado y flujo direccional del aire
Nivel 4	4	Unidades de patógenos peligrosas	Prácticas de tipo nivel 3 de seguridad, con cámara de cierre hermético , salida con ducha, y eliminación especial de residuos.

Nota. Relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las prácticas y el equipo. Tomado de: Organización Mundial de la Salud. “Manual de bioseguridad en el laboratorio” 3°ed. 2005. <https://medicina.udd.cl/files/2013/07/3.-Manual-de-Bioseguridad-OMS.pdf>.

Basándose en la información de la **Tabla 1**, se establece que el nivel y riesgo a trabajar es 2, este permite las prácticas de carácter investigativo, y servicio primario garantizando una solución óptima y rápida , a las necesidades aun no estipuladas por parte del Centro de Procesos e Innovación para Industria Sostenible (CEPIIS), y ni las técnicas establecidas para Biocal [13].

La seguridad para Biocal, permite establecer predicciones de riesgos o accidentes que pueden llegar a suceder, estos requerimientos mínimos se plantean, y se cumplen para Biocal, basándose como mínimo a lo que hace referencia al cumplimiento de las disposiciones de las dos normativas anteriormente mencionadas en la **Figura 6**, las cuales una es índole internacional que

es el Real Decreto 486/1997, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de la BOE España, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo o centro de trabajo biológicos los cuales se enfocan en las condiciones de construcción, condiciones de orden y limpieza de este tipo de lugares, temperatura y aireación e iluminación [22], de igual manera una norma nacional que es el Decreto Ley 1295 de 1994 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia, el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgo profesional en los ámbitos de factores de características de diseño, factores físicos (Temperatura, Ventilación, Carga térmica entre otros) y contaminación ambiental [23], estas disposiciones se cumplen en cada uno de los siguientes escenarios, y teniendo claro el nivel de bioseguridad hablados en **Tabla 1**, con base que manejamos un BSL-2.

2.1.1 Requerimientos de seguridad del establecimiento

Para estos requerimientos mínimos seguridad de establecimiento, a parte de la normativa anteriormente establecida contamos también con la resolución 2400 de 1979 del 22 marzo del ministerio de trabajo y seguridad social, donde establecen algunas disposiciones vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo, lo que nos permite establecer los requerimientos mínimos hablados en el título II, capítulo I, artículo 7, de la norma que dice que todo local o lugar de trabajo debe contar con buena iluminación en cantidad y calidad, acorde con las tareas que se realicen; debe mantenerse en condiciones apropiados de temperatura que no impliquen deterioro en la salud, ni limitaciones en la eficiencia de los trabajadores, se debe proporcionar la ventilación necesaria para mantener aire limpio y fresco en forma permanente [24].

Dentro este escenario, se implementará una serie de requerimientos mínimos determinados a partir del cumplimiento de las normativas ya habladas que se deben tener en cuenta tanto para el personal de trabajo, como para los microorganismo y algas. Estableciendo las disipaciones que nos dice las normativas, para diseño de Biocal y evitar futuros riegos donde se dice que :

- El flujo de aire hacia el interior de Biocal de ser controlado, lo que permite mantener un ambiente adecuado para los agentes biológicos, como para los trabajadores Biocal [13].
- Se debe contar iluminación acorde, para el bienestar del trabajador y agentes biológicos de Biocal, conforme a esto se recomienda utilizar luz blanca [13].

- Un Sistema de ventilación controlada [13], permitiendo controlar la temperatura, humedad del laboratorio manteniendo un ambiente seguro de los agentes biológicos y personal de trabajo. El rango de temperatura para Biocal a mantener sin afectar al personal del trabajo y microorganismos se dispone entre los 14 a 18 °C, en cuenta la humedad debe ser la menor posible, su rango debe ser entre 50% y menor a 75% para lograr la habitabilidad del lugar [25].
- Salida de aire controlada, para el manejo de aerosoles químicos y biológicos que se puede llegar a provocar en Biocal [26].
- Autoclave local, equipo para la desinfección de los materiales utilizados en técnicas biológicas y químicas que lo requieran en Biocal [13].
- Cámara de seguridad biológica o equipo de protección que permite la protección del trabajador, estudiante o practicante de Biocal [13].

2.1.2 *Requerimientos de seguridad de acceso*

Para la seguridad en cuanto al acceso, se basarán en las necesidades principales de los agentes biológicos para evitar su riesgo de muerte , de igual forma que para proteger el personal de trabajo teniendo en cuenta el cumplimiento total de las normas para establecer los requerimientos mínimos de la parte del acceso a Biocal.

Para esto también contamos con el decreto 1075 de 2015 en la aplicación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (**SG-SST**), donde establecen que se deben utilizar los implementos de seguridad necesarios para cada labor correspondiente [27] en dónde junto a la otra normativa llegamos a los siguientes requerimientos.

- El acceso para Biocal estará limitado al personal autorizado, y su entrada será denegada en prácticas futuras sensibles, solicitadas por el CEPIIS [13].
- La presión de Biocal debe ser ligeramente inferior a la externa es decir menor a 25 Pa, ya que debe evitarse la salida de aire del laboratorio que pueda estar contaminado. [28]
- Se sugiere que Biocal mantenga un solo acceso de entrada y un solo acceso de salida, evitando así una contaminación cruzada [8].

- El personal de trabajo, estudiante o practicante de Biocal o personal directo del CEPIIS que ingrese al laboratorio debe portar los elementos de protección personal (**EPP**), lo que corresponde a guantes, bata, zapatos Seguro, protección ocular y facial [29].
- Biocal debe contar con su respectiva señalización de ruta de evacuación, Plano de evacuación y señalización de riesgo de biológico o de acceso restringido [30].
- El personal de trabajo directo de Biocal debe tener a su totalidad del esquema de vacunación estandarizadas por el ministerio de salud y protección social dentro del Programa Amplio de Inmunización (**PAI**) [13].

2.1.3 Requerimientos de seguridad de Muebles y superficies de construcción

Es importante anticiparse y prevenir situaciones a largo plazo en cuanto a los materiales y accesorios de construcción de Biocal y así evitar cualquier tipo de riesgo para el trabajador.

Por eso se debe ver sus características vitales tanto en paredes, pisos , lavabos, mesones, sillas entre otras, que se adapten a las necesidades futuras de Biocal exigidas por normativa anteriormente mencionada, dando su cumplimiento en totalidad para llegar los requerimientos mínimos de seguridad en cuanto infraestructura y mobiliario adaptadas a las labores que pueda requerir el CEPIIS. Para esto se llegaron a los siguientes requerimientos mínimos de seguridad:

- Las superficies de Biocal deben ser resistentes a derrames químicos, biológicos, golpes y rallones [13], para esto se proponen diferentes materiales tales como cerámica, resina fenólica, Epóxica sólida, poliéster y acrílica, asegurando así el área de trabajo de los trabajadores de Biocal [31].
- Las superficies establecidas en Biocal deben ser lo más funcionales posibles, para lograr su limpieza fácilmente, evitar posibles focos de contaminación [26].
- Los muebles requeridos en Biocal deben ser los más sencillo posibles, para su desinfección [13].
- Se requiere un suficiente espacio entre equipos, superficies y muebles; evitando así lugares inaccesibles que no permitan la desinfección adecuada de Biocal [13].
- EL suelo de Biocal debe soportar cargas pesadas, resistir a vibraciones, de igual manera ser resistentes a productos químicos, biológicos y caídas de objetos que puedan generar grietas

[13]. Por eso se recomienda utilizar revestimiento Epóxica, cerámica vidriada, PVC 67% o terrazo [31].

- Se recomienda utilizar para las paredes de Biocal pintura epoxica, pintura higiénica sanitaria para evitar la contaminación por salpicadura o malas prácticas por el personal de trabajo de Biocal o practicante u estudiante [32].

2.1.4 *Requerimientos de seguridad de barreras secundarias*

Estas barreras nos permiten tener más control ante riesgos más específicos, que se puedan dar por derrames y caídas de materiales que puedan llegar afectar al personal de trabajo, provocando accidentes tanto como a largo y corto plazo [28].

Estos requerimientos mínimos de seguridad de barreras secundarias ayuda a reducir la contaminación potencial del medio ambiente, minimizar cualquier tipo aerosol infeccioso, mantener control de los cuartos especiales, y permitir estar prevenidos ante cualquier incidente, ocasionado en Biocal, estos se plantea a partir de la normativa Colombiana y Española descrita anteriormente en el inicio de los requerimientos mininos de Biocal, donde se da su cumplimiento de las normas para plantear los siguientes requerimientos mínimos de barreras secundarias [28].

- Se requieren uno o más lavabos dentro del Biocal, para la desinfección adecuada de los trabajares a la entrada y salida de este o al terminar cualquier tipo de práctica realizada [26].
- Se deben tener disponibles uno o varios lavadores de ojos dentro Biocal por cualquier tipo de salpicadura en las prácticas realizadas dentro de este [30].
- Las duchas de emergencia deben ser de fácil acceso, aunque no dispongan dentro de Biocal , el CEPIIS debe contar con estas en un punto estratégico para los trabajadores [13].
- Equipamiento de extinción de fuego, tales como rociadores automáticos o extinguidores deben encontrarse en Biocal de acceso fácil para mayor rapidez en caso de algún accidente dentro de este [15].
- Kit de primeros auxilios, para el personal de trabajo de Biocal, donde este debe estar a plena vista de los trabajadores [33].
- Control de presión del lugar de trabajo que lo requiera dentro de Biocal, logrando evitar una contaminación cruzada [13].

- Manejo adecuado de los desechos biológicos y químicos producidos en Biocal, para esto se plantea una división de estos según se requiera y poner en disposición de RESPEL [15].
- Adecuado manejo de la electricidad, es decir señalización del lugar, prevención de cualquier tipo riesgo en cada una de estas zonas dentro de Biocal [9].

Por consiguiente, estos requerimientos esta dividido en dos partes; los tres primeros indican los requerimientos mínimos de seguridad primaria que son los que se previenen riesgos o accidentes desde el diseño, es decir se establecen el manejo de temperatura, presión, humedad, ventilación , materiales de construcción, equipos de protección, EPP, entrada y salida entre otros factores.

En cuanto el ultimo son requerimientos mínimos de seguridad secundarios que previene los riesgos o accidentes que pueden suceder en la utilización de Biocal es decir lo riesgos como accidentes por derrames, incendios, quemaduras con químicos entre otros. También establecemos que cuando hablamos de mínimos es porque se plantean a partir cumplimiento de la normativa mencionada a su totalidad en cada uno de los parámetros que estas indican, tanto para la seguridad de los trabajadores sino también para los agentes biológicos a trabajar .

El tema que vamos a desarrollar a continuación es la estructura básica con la que debe estar conformada los centros de procesos biológicos ya que son de carácter más específico, estos deben contar con una serie de utensilios llamados equipos los cuales tienen funciones específicas y por lo cual tienen uso y aplicación de alguna técnica.

2.2 Equipos y muebles de laboratorio

Los equipos son claves para llevar a cabo prácticas e investigaciones, estos se dividen en dos instrumentación y equipos específicos y mobiliario. La instrumentación hace referencia a instrumentos de diferentes materiales como vidrios, porcelana, plástico, metal y papel [34], el cual estará explicado en el **Capítulo 4**, del presente trabajo. Por otro lado, tenemos los equipos y mobiliario es decir refrigeradores, mesas o bancos de trabajo, equipos calefactores, autoclaves, centrifugas, equipos analíticos, equipos y materiales para manejo biológico, equipos de protección entre otros.

Para el diseño de Biocal, se van a tener en cuenta un grupo básico de equipos necesarios para llevar a cabo las investigaciones que a futuro se den por parte CEPIIS, teniendo en cuenta como principal función el manejo de agentes Biológicos, sin embargo, estas prácticas o investigaciones no se encuentran estipuladas aun por parte del CEPIIS. Por lo que se hará una identificación según las posibles prácticas que se pueden llegar a realizar en este tipo de centros tales como: investigaciones biológicas, bioprocesos, gravimetrías, espectrometría, cromatografía, categorización de los diferentes productos obtenidos por partes CEPIIS, seguimiento de reacciones biológicas a pequeña escala entre otras.

A continuación, y teniendo en cuenta la información, se habla de los siguientes equipos considerados para Biocal según las practicas nombradas anteriormente que se pueden llegar a realizar en un centro de procesos biológicos CPB, permitiendo general un listado básico de equipos con los que debe contar Biocal, donde se observan sus dimensiones, algunas especificaciones y en algunos casos características, y las funciones que le podrá ofrecer a las practicas que se realicen en Biocal.

2.2.1 Refrigerador

Se plantea este estilo refrigerador vertical para Biocal ya que permite tener un entorno estable y confiable para las investigaciones o practicas propuestas por el CEPIIS, este ofrece un manejo de temperaturas uniforme. Sus características y diseño son de fácil uso y control , proporcionado un clima ideal para varios procedimientos a trabajar en Biocal [35].

Esta clase de refrigeradores nos permite tener desde un almacenamiento de muestras hasta procedimientos de alto nivel, el cual nos permite tener un rango amplio de funcionalidades a trabajar en Biocal o solicitado de manera específica por CEPIIS. Por otro lado, se podrán conservar sustancias de origen biológico y reactivo , de la misma forma que análisis y estudios que se vayan a llevar a cabo se puedan encontrar en condiciones óptimas [35].

Ref.: MPR-722-PA:

Tabla 2.

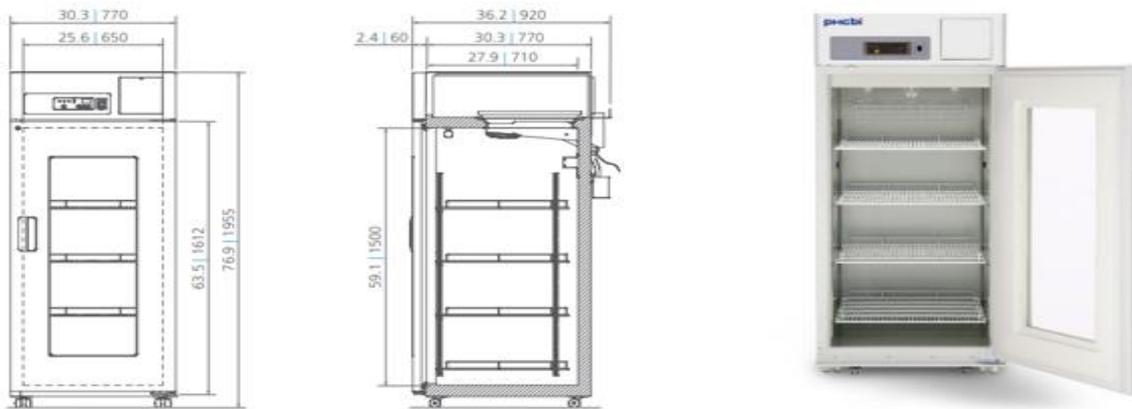
Fabricante y empresa comerciante

Empresa	OneLab
País	Colombia
Ciudad	Bogotá
Fabricante	PCB

Nota. Datos específicos de compra Tomado de: PHCBI, «PHCBI Equipo de refrigeración MPR-722-PA,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.phchd.com/us/biomedical/preservation/pharmaceutical-refrigerators/mpr-722-pa>.

Figura 7.

Dimensionamiento y aspecto de refrigerador



Nota. Imagen del tipo de refrigerador, necesario para Biocal, cumpliendo los requisitos para las prácticas solicitadas CEPIIS Tomado de: PHCBI, «PHCBI Equipo de refrigeración MPR-722-PA,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.phchd.com/us/biomedical/preservation/pharmaceutical-refrigerators/mpr-722-pa>.

- **Especificaciones**

Tabla 3.

Especificaciones de diseño del refrigerador

Rango de Temperatures	2°C a 23°C
Dimensiones externas	770 x 920 x 1955 mm
Dimensiones internas	650 x 710 x 1500 mm

Capacidad efectiva	684 L
Aislamiento	Urethane libre de CFC
Estantes	4 bandejas (Regulables)
Puerto de Acceso 3	Los izquierdos / derecho , techo 30 mm de diámetro
Método de refrigeración	Uniformidad aire forzado
Compresor	Tipo hermético , salida; 200 W
Refrigerante	HFO R-513A Aprobado por SNAP
Descongelación	Evaporador controlado eléctricamente.

CFC*: Clorofluorocarburos

SNAP*: Política de Nuevas Alternativas Significativas.

HFO*: Hidrofluoroolefinas.

Nota. Se observa una serie de directrices que describen al equipo, capacidad , materiales temperaturas entre otras para el buen uso y mantenimiento de este Tomado de: PHCBI, «PHCBI Equipo de refrigeración MPR-722-PA,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.phchd.com/us/biomedical/preservation/pharmaceutical-refrigerators/mpr-722-pa>.

- **Características:**

Tabla 4.

Características de diseño del refrigerador

Alarmas	Alta temperatura, baja temperatura , puerta abierta, corte de energía
Peso Neto	174 kg
Bloqueo de Puerta	Llave
Sistema de control de temperatura	Sistema de control por microprocesador
Huella del área	0,84 m ²
Administración de Datos	Opcional con sistema de monitoreo LabAlert
Nivel de Sonido	48 dB (A) (ruido de fondo 20 dB(A))

Nota. Identifica las características de diseño para tener en cuenta tan su tipo de sistema , alarmas entre otras cosas para su efectivo funcionamiento. Tomado de: PHCBI, «PHCBI Equipo de refrigeración MPR-722-PA,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.phchd.com/us/biomedical/preservation/pharmaceutical-refrigerators/mpr-722-pa>.

2.2.2 Congelador

Se propone este tipo de congeladores, ya que es adecuado para el uso en investigación científica, pruebas criogénicas en materiales especiales, prueba de resistencia a baja temperatura en materiales y productos biológicos permitiendo una variedad de funciones o prácticas para Biocal. Estos congeladores permiten ser utilizados en instituciones de investigación, industria eléctrica, química, hospitales, laboratorios en colegio y universidades entre otras [36].

Dicho equipo ofrece a Biocal, un sistema de visualización digital y configuración de la temperatura dentro un rango en específico maneja un microprocesador de alta presión y sensores de resistencia de platino, como alarma para un control preciso. Además, cuenta con un compresor y un ventilador EBM que ayuda ahorrar energía y es respetuoso con el medio ambiente, su circuito de refrigeración con derechos y propiedad intelectual patentados le garantiza a Biocal una alta eficiencia y estabilidad [36].

A continuación, en la **figura 8** se observa el congelador propuesto para Biocal y algunas especificaciones para tener en cuenta.

Ref.: DW-YL270

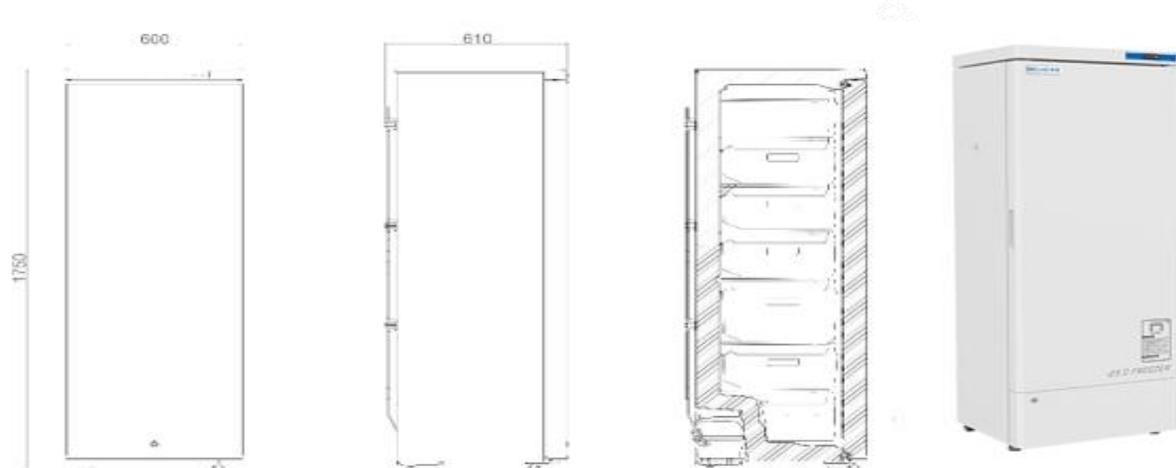
Tabla 5.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	Meling biology & medical
País	Colombia
Ciudad	Bogotá
Fabricante	Meling biology & medical

Nota. Datos específicos de compra Tomado de: Meling Biology & Medical, «MELING Congelador,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>.

Figura 8.
Dimensiones y aspecto físico del congelador



Nota. Imagen del congelador , que cumple con los requisitos solicitados CEPIIS, para llevar a cabo las buenas prácticas y el buen manejo de los agentes biológicos Tomado de: MELING BYOLOGY & MEDICAL, «MELING Congelador,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>.

- **Especificaciones**

Tabla 6.
Especificaciones de diseño del congelador

Rango de Temperaturas	-10°C - -25°C
Humedad Ambiental	20% - 80%
Temperatura ambiental	16 °C – 32°C
Precisión de temperatura	0,1 °C
Dimensiones externas	770 x 640 x 1792 mm
Dimensiones internas	500 x 460 x 1235 mm
Capacidad efectiva	270 L

Nota. Se observa una serie de directrices que describen al equipo, capacidad , materiales temperaturas entre otras para el buen uso y mantenimiento de este Tomado de : MELING BYOLOGY & MEDICAL, «MELING Congelador,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>.

Tabla 7.*Continuación de las especificaciones del congelador*

Corriente nominal	1,08 A
Voltaje	220V / 110V / 220V
Potencia de entrada	240 W
Consumo de energía 24 h	1.21 KW/h
N.W/G.W (kg)	87/95
Refrigerante	R600a

Nota. Se observa una serie de directrices que describen al equipo, capacidad , materiales temperaturas entre otras para el buen uso y mantenimiento de este Tomado de : MELING BYOLOGY & MEDICAL, «MELING Congelador,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>.

- **Características:**

Tabla 8.*Características de diseño del congelador*

Alarmas	Imagen y audio , Alarma de temperatura alta/ baja, alta , alarma ambiental , alarma de falla y sensor de puerta.
Sistema de refrigeración	Compresor Scope + condensador con aletas de cobre del ventilador EBM de Alemania
Descongelación	Manual
Material de aislamiento	Placa de aluminio con pulverización
Cerradura de la puerta	Diseño de candado ergonómico
Estantería	7 cajones ABS
Registrador de temperatura	Registrador de datos integrado USB estándar
Display	Led
Ruedas	4 ruedas y 2 pies niveladores
Puerto de prueba de acceso	1pc
Material externo	PCM

Nota: Identifica las características de diseño para tener en cuenta tan su tipo de sistema , alarmas entre otras cosas para su efectivo funcionamiento. Tomado de :MELING BYOLOGY & MEDICAL, «MELING Congelador,» 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>.

2.2.3 Cabina de flujos laminar horizontal

Cuando se habla de un flujo laminar horizontal, es que el filtro que maneja dentro de la cabina en este caso HEPA está colocado en la parte posterior de la cabina, por lo que el flujo de aire es unidireccional, es decir permite del flujo solo se mueva a través de líneas paralelas horizontales permitiéndole a Biocal utilizar el equipo como un equipo extracción de aire localizada y a la vez un equipo de protección biológica, sin embargo este equipo no permite ser utilizado en trabajos con sustancias altamente peligrosas, por ejemplo ciertos compuestos de antibióticos, quimioterapias o cualquier tipo de muestra patógena como virus [37].

Se plantea esta cabina de flujo laminar horizontal para Biocal como un equipo de protección y extracción de aire contaminado, el cual proporciona protección al producto, proceso, al ambiente y al trabajador, estudiante o practicante de Biocal, este generando una zona de esterilización y de máxima protección, el aire filtrado proviene de la parte posterior del recinto, atravesando por la cámara principal en una corriente unidireccional horizontal y es expulsado por la abertura frontal [16].

Este tipo de cabinas maneja un numero ligeramente menor de turbulencia, ya que la corriente de aire no impacta tan directamente a cualquier producto que suministre el CEPIIS o material que se esté trabajando dentro de este. Dichos equipos son necesarios tanto en el ámbito de investigación científica, como fármacos, ya que gracias a ellas creamos un ambiente limpio de partículas [16].

Teniendo en cuenta esta referencia de cabina de flujo laminar horizontal, permite manejar una octava inclinación frontal permitiendo a los trabajadores de Biocal tengan un espacio de trabajo sin tener algún tipo de esfuerzo, con visibilidad mejorada y con exposición mínima de rayos u, elaborada según las normas SEFA (asociación de equipos y muebles científicos) 10-2013, asegurando ser una cabina extracción de fuerte y asegurando trabajos confiables para Biocal [31].

De esta manera se logra evitar la existencia de contaminación cruzada en Biocal, lo que con lleva que si esto pasa pueda ocasionar perdidas de muestras y por consecuencia el tiempo que se

trabajan en ellas en Biocal, generado que de este modo se puedan perder recursos económicos y se generen más gastos para CEPIIS [37].

De este modo dentro sus aplicaciones o usos tenemos el manejo de tejidos de vegetales u otros materiales, preparación de placas de cultivos o medios, inspección de material electrónico, ensamblaje de montajes para practicas biológicas o químicas y realización de experimentos de reacción en cadena de la polimerasa [37].

Ref.: FF-1800V VH

Tabla 9.

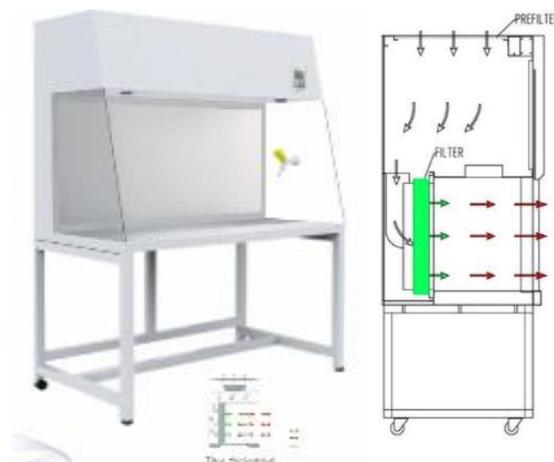
Fabricante y Empresa comerciante

Empresa	NorLab
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	Giant profesional Hood

Nota. Datos específicos de compra. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

Figura 9.

Cabina de flujo laminar aspecto físico y direccional de flujo



Nota. Imagen de la cabina de flujo laminar, como zona de trabajo con agentes biológicos y químicos. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Especificaciones**

Tabla 10.

Especificaciones de Diseño de la cabina de flujo laminar

Tamaño nominal	1,80 m
Dimensiones externas	1800 x 800 x 1461 mm
Dimensiones internas	1640 x 690 x 920 mm
Velocidad de extracción	980 m ³ / h
Diámetro de la salida del ducto	550 mm
Diámetro de la salida del ducto	1
Intensidad de luz (LED)	1335 Lux (124.0 foot-candles)
Filtro	Prefiltros y Filtro HEPA
Dimensiones de envío máximas	190000 x 1500 mm

Nota. Se observa una serie de directrices que describen al equipo, capacidad , materiales temperaturas entre otras para el buen uso y mantenimiento de este. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Características**

Tabla 11.

Características de diseño de cabina de flujo laminar

Peso Neto	176 kg
Certificaciones	SEFA 10, 3.
Controlador	Star /Stop pantalla LCD / control remote de vidrio
Materiales de fabricación	de Cuerpo interno y alineador interno: Acero galvanizado de alta densidad cubierto con pintura epoxy. Superficie: FUNDERMAX RE-MAX resina fenólica
Ventana	Material de la ventana: Vidrio Templado Configuración de la ventana: Vertical Inclinación: si Máxima apertura: 550 mm
Aire filtrado	HEPA
Sistema de adecuación	Grifería de gas opcional , Tomacorriente
Resistencia	Corrosión

SEFA*: Asociación de quipos y muebles científicos

Nota. Identifica las características de diseño para tener en cuenta tan su tipo de sistema , material construcción , mecanismos de filtrado entre otras cosas para su efectivo funcionamiento. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

2.2.4 Autoclave de piso Vertical

Se sugiere esta autoclave para Biocal, ya que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y temperatura, lo que hace que Biocal realice la esterilización de su instrumentación tales como (instrumental de vidrio en pruebas biológicas y químicas, instrumental de porcelana etc.) [21].

Es un equipo esterilizador a vapor de agua, debe ser controlado por el personal de trabajo de Biocal de manera automática generando un vapor; esto a partir de la utilización de calefactores eléctricos o utilizando un vapor de agua generado por un sistema externo al esterilizador, ya que por norma se regula y se clasifica los diferentes ciclos de las autoclaves, básicamente este está constituido por una cámara rígida y hermética que incluye una puerta de seguridad para permitir introducir los objetos [21].

La autoclave vertical automática para Biocal, se encuentra diseñada para esterilizar líquidos, medios de cultivos, medios contaminados, plástico, sólidos, cristalería, desechos biológicos entre otros, este es controlado por medio de un microcontrolador, que maneja una avanzada pantalla digital la cual muestra la gráfica del proceso de esterilización indicando la temperatura programada, real, el tiempo del ciclo y nivel de desfogue e indicaciones de seguridad, al igual que por su versatilidad puede ser utilizado en algunas pruebas de calentamiento o de necesidad de vapor [38].

Ref. :JPA40 L

Tabla 12.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorQuímicos
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	Giant

Nota. Datos de compra. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

Figura 10.
Autoclave aspecto físico



Nota. Imagen de una autoclave como equipo de desinfección de materiales utilizados en pruebas biológicas y químicas. Tomado de: NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

- **Especificaciones**

Tabla 13.
Especificaciones de diseño de una autoclave

Temperatura de trabajo	105°C – 137°C
Capacidad	40 L
Dimensiones internas (Diámetro x profundidad)	31 x 50 cm
Voltaje	220 V / 60 Hz
Niveles	6 niveles desfogue ajustables para líquidos
Bandejas	1
Consumo	3600 W

Nota. Son especificaciones que nos permite tener un control total del equipo, conociendo sus variables. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

- **Características:**

Tabla 14.

Características de diseño de una autoclave

Tipo	Autoclave vertical
Protección	"Contraseña de cuatro dígitos permitiendo un control de seguro acceso" ("AUTOCLAVES HORIZONTALES DE MESA - JP inglobal")
Controlador	Control eléctrico pantalla LCD
Programas	Un pre-ciclo, liquido, instrumental suave, textil-instrumental y un avanzado programa libre el cual permite variar por el operador en todos los parámetros del equipo. ("AMiM")
Sistemas	Esterilización automática Secado automático Tablero de instrumentos digital – panel de control digital De vacío para eliminar aire
Indicadores	Presión visual, manómetro certificado "Uniformidad de temperatura en la cámara para esterilización de todo el contenido." ("AUTOCLAVES VERTICALES - JP inglobal") Termostato para protección contra sobre calentamiento.
Certificado	Repuestos disponibles por 7 años
Resistencia	Corrosión

Nota. Estas características nos permiten entender su funcionamiento y como entenderlo al momento de ponerlo en marcha. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

2.2.5 Balanzas

Se plantean dos tipos de balanzas para Biocal una semi balanza y una micro balanza lo que nos permite principalmente estos equipos es medir la masa del objeto que necesita ser pesado, arroja resultados en medidas preestablecidas [38].

Las balanzas analíticas suelen encontrarse en lugares que requieren exactitud para desarrollar sus actividades correctamente como en laboratorios de investigación, en este caso son necesarias para las practicas que requieran medidas de masas exactas en Biocal, tal como las mediciones de masa biológica entre otros materiales [38].

La balanza analítica de calidad superior, como lo es una micro balanza y semi balanzas le permite a Biocal tener mediciones altamente fiables, con alta exactitud, permitiendo resultados óptimos para prácticas que requiera el CEPIIS en Biocal, esta maneja una calibración interna automática [39].

Estos equipos le ofrecen Biocal estar equipados con la nueva célula electromagnética altamente integrada, con calibración interna automática en todos los modelos, se caracterizan por tener un alto nivel de precisión y repetibilidad [39].

Ref.: Analítica 0,0001 g B214Ai y Analítica micro balanza

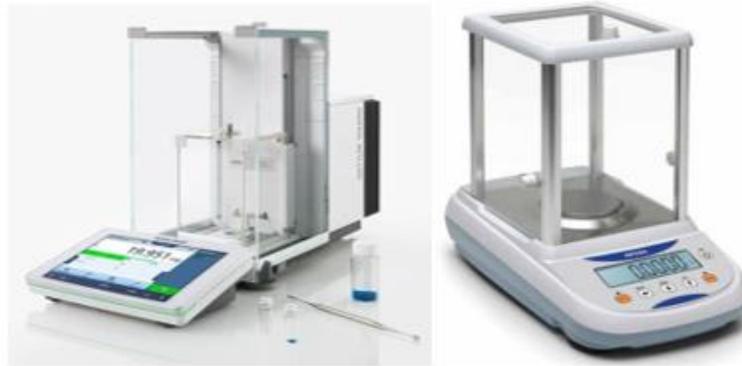
Tabla 15.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorQuímicos, Mettler toledo
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	OPTIKA ITALY

Nota. Datos de compra. Tomado de: NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

Figura 11.
Balanzas analíticas, semicrobalanza y una micro balanza



Nota. Son equipos de medición que nos permiten tener valores muy exactos, por esto deben ser manejado de manera delicada por que la mínima respiración puede que cambien sus valores. Tomado de : M. TOLEDO, «BALANZA XPR56,» Equipos de laboratorio , 2021. [En línea]. Available: https://www.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/microbalances/XPR56-30355535.html.

- **Especificaciones:**

Analítica 0,0001 g B214Ai

Tabla 16.
Especificaciones de diseño de una semicrobalanza analítica

Capacidad	220 g
Resolución	0,0001 g
Plato	ϕ 80
Repetibilidad	0,0001 g
Linealidad	+ 0,0003
Tiempo de respuesta	< 4 seg
Fuente de alimentación	110 V

Nota. Datos que nos permite el buen manejo del equipo medición igual , su buen funcionamiento Tomado de : : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

- **Especificaciones:**

Analítica Micro balanza

Tabla 17.

Especificaciones de una micro balanza.

Capacidad	52 g
Resolución	0,0007 mg
Legibilidad	0,001 mg
Repetibilidad	0,0015 mg
Linealidad	0,002 mg
Tiempo de respuesta	3.5 s
Peso mínimo (USP 0,1 % Típico)	1,4 mg
Interfaces	"USB-B (al dispositivo); RS232 (integrada/opcional); USB-A (al dispositivo); Bluetooth (opcional); Ethernet (LAN)" ("Balanza XPR6UD5 - Descripción general - Mettler Toledo")

Nota. Equipo de medición muy delicado hasta la más mínima corriente de viento o movimiento su resultado se verá afectado. Tomado de : M. TOLEDO, «BALANZA XPR56,» Equipos de laboratorio, 2021. [En línea]. Available: https://www.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/microbalances/XPR56-30355535.html.

2.2.6 Microscopio con binoculares biológico:

El microscopio biológico para Biocal es un equipo o también considerado un instrumento que permite ver con claridad la estructura del material biológico más pequeño que se llegue a utilizar dentro de este [40].

Se sugiere un microscopio moderno para Biocal, ya que estos están desarrollados específicamente para la educación e investigación, con especial atención, a la ergonomía. Sus oculares están asegurados y los microscopios se encuentran equipados con una protección ejemplar ajustable [38].

Ref. : BM 180/SP

Tabla 18.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorQuímicos
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	Boeco Germany

Nota. Datos de compra. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>. [Último acceso: 20 marzo 2022].

Figura 12.

Microscopios binoculares biológico



Nota. Son específicamente para educación e investigación de la parte biológica. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

- **Especificaciones:**

Tabla 19.

Especificaciones de diseño para microscopio

Estructura	Cuerpo Metálico
Ocular	WF-10X
Objetivo Acromático	4x, 10x, 40x (s) 100x (s)
Condensador	"ABBE NA 1,25 con iris de diafragma y filtro" ("Microscopios Trinoculares Trinocular Mod. BM180/T/SP")
Tipo de iluminación	Iluminación Halogenada
Voltaje	6 V -110 V

Nota. Son específicamente para educación e investigación de la parte biológica por eso estos datos nos permite saber su funcionamiento y mantenimiento. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

2.2.7 Agitador magnético con calentamiento

Se plantea este tipo de agitadores para Biocal ya que se encuentran diseñados para suplir las necesidades de calentamiento más frecuentes que se puedan llegar a dar dentro de este Centro de Procesos Biológicos [38].

Su funcionamiento se basa en un sistema eléctrico, controlado por un termostato de alta sensibilidad capaz de mantener una temperatura constante y homogénea a través de la superficie de calefacción. El equipo este ensamblado en una base metálica con pintura electrostática, plancha de calentamiento en aluminio con controlador análogo y superficie lisa [38].

Es un agitador que permite tener múltiples procesos, ideales para Biocal ya que sus placas manejan un revestimiento cerámico resistente de igual manera que ofrece seis puestos siendo de fácil uso y versátil para Biocal. [38].

Ref: FTHPM-60

Tabla 20.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorQuímicos
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	FINETECH

Nota. Datos de compra. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

Figura 13.

Agitador magnético con calentamiento



Nota. Son agitadores que nos permite calentar sustancia sin necesidad utilizar algún tipo de gas Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

- **Especificaciones**

Tabla 21.

Especificaciones diseño de agitadores con calentamiento

Controladores	Independientes análogos de temperatura y agitación
Puestos	6
Sensor de temperatura	0°C – 300°C
Rango de agitación	0-1600 rpm
Voltaje	110 V
Temperatura de calentamiento	0 – 550°C

Nota. Son especificaciones que nos permite ver para que prácticas en específico de calentamiento y agitación viendo variables como temperatura y el rango de revoluciones por millón. Tomado de : NorQUIMICOS, «NorQUIMICOS , Catalogo de equipos.» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>.

2.2.8 Centrifuga

Se propone esta centrifuga para ser uno de los equipos de Biocal, ya que es ideal para centrifugación de muestras químicas, biológicas necesitadas en las practicas que se llegue a establecer en Biocal, sin embargo, permite realizar prácticas que se pueden realizar laboratorio industrial etc. Cuenta rotores oscilantes y adaptadores que se utilizan para tubos estándar hasta 100 ml a baja velocidad además permite ser utilizada para tubos roscada [31].

Ref.: DM0636

Tabla 22.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorLab
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	DLAB

Nota. Datos específicos de compra. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

Figura 14.
Centrifuga y accesorios



Nota. Son específicamente investigación de la parte biológica entre otras.
Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Especificaciones**

Tabla 23.

Especificaciones de diseño

Máxima velocidad (rpm)	300-6000
Max. RCF (x g)	4300 g
Precisión velocidad (rpm)	20 rpm +-
Capacidad de rotor	9 Tipos
Tiempo de ejecución	30 s 99 min / continuo
Aceleración / tiempo de frenado	9 s / 10 s
Potencia	110V-120V
Dimensiones	445 x 579 x 269 mm

Nota. Datos del diseño de la centrifuga y la utilización de estas según variables
Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Características**

Tabla 24.

Características de la centrifuga

Motor de accionamiento	Motor sin escobillas DC
Monitor	LCD
Programas de memoria	9
Dispositivo de seguridad	Enclavamiento de la puerta, la protección desequilibrio, motor sobre la protección caliente, sobre detección de velocidad, cámara de más de detección de la temperatura (“catalogo no 2020 - Páginas de Flipbook 101-150 AnyFlip”)
Características adicionales	Velocidad de encendido/ RCF, identificación del rotor

Notas. Estas características nos permiten tener buen manejo del equipo Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

2.2.9 Mesa anti vibratoria

Se propone esta mesa Antivibraciones para Biocal, ya que esta es la que nos va a permitir el buen manejo de la micro balanza, esta mesa amortigua las vibraciones y permite una medición más precisa y rápida. La mesa anti-vibraciones se compone de dos mesas incorporadas una dentro de la otra [31].

Una de las mesas incorpora es una placa de mármol pesado, lo que hace mucho más insensible a las vibraciones Cuando se utiliza en conjunto con una balanza la mesa permite que la balanza desempeñe con notable precisión a pesar de las corrientes de aire o movimientos que podrían causar que las lecturas fluctúen. [31].

La mesa Anti vibratoria permite resultados con gran exactitud, con conexión eléctrica regulada, laterales, eliminado ruido externo, con amortiguación pasiva [31].

Ref: NLD-1007

Tabla 25.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorLab
País	Colombia
Ciudad	Bogotá
Fabricante	NorLab

Nota. Datos específicos de compra. Tomado de: NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

Figura 15.

Esquema de una mesa anti vibratoria



Nota. Imagen de cómo está constituida este tipo de mesas, en un espacio de trabajo Tomado de: NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Especificaciones:**

Tabla 26.

Especificaciones de diseño y materiales construcción

Mesón	Mármol
Filtro	Filtro con gradiente de densidad para vibraciones de diferentes frecuencias
Calibre	Calibre 18, Acero Cold Rolled
Estructura	Sección cuadrada de 50 x 50
Medidas de la mesa	90 Al x 56 An x 46 Pr cm
Medidas del Mármol	56 x 46 x 4 Ancho cm
Niveladores	4 Regulables

Nota. Estas especificaciones son para tener en cuenta en el mantenimiento, limpieza y manejo de este tipo de mesas para laboratorio. Tomado de: NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Características:**

Tabla 27.

Características de diseño, con sus certificaciones

Certificaciones	Amortigua exitosamente oscilaciones transversales y longitudinales fabricada bajo los parámetros de norma 17025 (“Mesas anti vibratorias para balanzas Standard”) Norma NTC ISO 17025 bajo el decreto 3075 de 1997 Fabricado según la DIN 1946 ISO 17025
Resistente	Protegida contra agentes corrosivos
Patás	Acero de carbón con sistema de nivelación
Instalación	Fácil de instalar y usar
Estructura	Estructura con sección cuadrada de 50 x 50 fabricadas en tubería de acero cold rolled cuadrada 2 x 2 calibre 18 según la Norma ASTM-A-500 Grados C, uniones soldadas y recubrimiento en pintura electrostática epoxica.

Nota. Estas especificaciones son para tener en cuenta en el mantenimiento, limpieza y manejo de este tipo de mesas para laboratorio. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

2.2.10 Gabinetes de almacenamiento.

Los gabinetes de almacenamiento de materiales peligrosos propuestos para Biocal nos permite almacenar de manera segura materiales peligrosos. Tales como sustancias inflamables químicas y ácidas/corrosivas. Los gabinetes de almacenamiento de químicos inflamables de Biocal, permite almacenamiento de los productos químicos con riesgo de incendio y químicos inflamables [31].

Dentro de la referencia propuesta para Biocal, su material es acero amarillo brillante o acero inoxidable. Los gabinetes de almacenamiento ácido/corrosivo almacenan ácidos corrosivos y sustancias peligrosas. Por lo general, están hechos de polipropileno o polietileno porque resisten la corrosión y a una amplia variedad de productos químicos. Los gabinetes de almacenamiento ácido/corrosivo son de color azul [31].

El armario de seguridad cuenta con certificación Seguridad Certificada (GS) para el almacenamiento de sustancias, lo que nos permite tener claro que maneja una resistencia al fuego con un tiempo de 90 a 30 min para dar una solución o respuesta en llegado caso de presentar esta dificultad [31].

Ref.: K-LINE

Tabla 28.

Fabricante y empresa comerciante

Empresa	NorLab
País	Colombia
Cuidad	Bogotá
Fabricante	Asecos

Nota. Datos específicos de compra. Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

Figura 16.
Gabinetes de almacenamiento de sustancias



Nota. Es una serie de gabinetes que almacena sustancias tóxicas, inflamables entre otras, cumple la función de ser gabinete de seguridad. Tomado de: NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.

- **Especificaciones:**

Tabla 29.

Especificaciones de diseño de gabinetes de almacenamiento

Modelo	K-line armario 3 en 1
Tiempo de respuesta	90-30 min
Dimensiones externas	Q-PEGASUS-90 1197 x 617 x 1969 mm
Bandejas	1- Ácidos 2- Bases

Nota. Es una serie de datos que nos indica como almacenar sustancias inflamables entre otras, cumple la función de ser gabinete de seguridad Tomado de : NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024

2.3 Servicios

Los servicios públicos de suministro como agua, electricidad e informática son fundamentales ya que desempeñan un papel importante dentro de cualquier tipo de establecimiento. Ya que muchos de los equipos se manejan en Biocal requieren de alguno de estos servicios, estos servicios deben pensarse y construirse para brindar seguridad y calidad en cualquier tipo de servicio que maneje en Biocal.

La instalación eléctrica, el servicio de agua y de redes de informática nos permitirá llevar un adecuado control en Biocal, ya que son necesarios el funcionamiento dentro de este, sin embargo, se entiende que la no que hablamos de redes informáticas será manejando directamente con la zona informática de CEPIIS [41].

A continuación, veremos servicio eléctrico y el servicio del agua.

2.3.1 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica en Biocal se diseñará en proyecto obra de acuerdo con el reglamento eléctrico de baja tensión, en función del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta futuras necesidades del centro de procesos Biológico [42].

Biocal va a estar compuesto por una variedad de equipos eléctricos, como refrigeradores, congeladores, computadores entre otros, todos los dispositivos o equipos pueden representar un peligro y potencial de lesiones debido a las descargas eléctricas, incendios por sistemas que están mal instalados, por lo que se plantea una instalación eléctrica, únicamente por el personal altamente calificado, teniendo en cuenta que es necesario que el personal de trabajo de Biocal conozca siempre la ubicación de los paneles eléctricos e interruptores de apagado, en caso de emergencia con los que contara [41].

Se realiza una serie de recomendaciones por parte Biocal para instalación de la parte eléctrica de zona, de manera que esta debe ser colocada de manera que no entre en contacto con el agua u con algún otro tipo de sustancia química, corrosiva o material disolvente, de igual manera el uso de cables de extensión es necesario tener enchufes de conexión a la tierra y colocarse aislados [41].

Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales [42].

Teniendo en cuenta estas recomendaciones se establecen unos criterios de seguridad por parte de Biocal.

Criterios de seguridad en la instalación eléctrica:

- La conducción eléctrica de Biocal se debe centrar en un cuadro general cuya ubicación no afectada seguridad del personal de trabajo de Biocal por emplazamientos dentro de sus horas de trabajo [42].
- El cuadro deberá permanecer en todo momento cerrado y en buen estado, garantizándose un grado mínimo de protección para Biocal como lugar de trabajo y sus trabajadores . [42]
- Se extremará el control en la correcta identificación de los conductores, fase, neutro de cada uno que se encuentre en Biocal [42].
- Todos los circuitos dispondrán de la correspondiente protección magnetotérmica con corte omnipolar y protección diferencial cubriendo la totalidad de los circuitos sin dejar ningún tipo de cable de la instalación en Biocal [42].
- Las canalizaciones serán entubadas protegidas frente a factores mecánicos, químicos y térmicos dentro de Biocal [42].
- En función de las características de Biocal se establecen circuitos para iluminación, la capacidad suficiente de tomacorrientes para mesas de trabajo de Biocal, de igual para cada equipo de gran consumo, como para zonas de trabajos especiales [42].

- Las zonas de trabajos de Biocal donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante [42].

Teniendo en cuenta estas consideraciones para Biocal, se plantea unos paneles aislados que permita el paso de estos cables sin causar afectaciones al personal de trabajo de igual manera, la cantidad de enchufes necesario con el voltaje solicitado por equipos al momento de ser utilizado. Quedan esto manos de profesionales como Enel Condensa y los ingenieros eléctricos que se encuentran trabajando en la obra del CEPIIS y una serie de paneles solares que ayudaran a servir como EMERGIA, llegado caso de suceder algún tipo de inconveniente.

2.3.2 Instalación Agua

Se plantea la utilización de agua de forma significativa en Biocal, de manera que el consumo va a ser mayor que, en los edificios comerciales estándar, principalmente lo que busca es satisfacer las necesidades de Biocal, al igual sus mayores cargas de enfriamiento y la de la utilización de agua proceso [41].

Para Biocal va a ser suministrada por la planta de tratamiento de aguas del CEPIIS , que va a estar conectada a una serie de tanques que van a permitir este suministro al interior de Biocal por una serie de tuberías. Causando una eficiencia más alta en el suministro de agua , por otro lado, sabemos que las torres de enfriamiento, que forman parte de la mayoría de los Centros Procesos Investigación, podrían representar una mejor oportunidad para lograr obtener una mayor eficiencia en el uso del agua Esto se debe a que los laboratorios suelen tener cargas de proceso y refrigeración muy grandes [41].

La instalación del servicio del agua en Biocal y de los equipos que utilizan este líquido deben de ser estrictamente bien elegidos, [41] con un monitoreo constante por el personal de mantenimiento y el personal de trabajo Biocal, para evitar cualquier tipo riesgo, ya que es una zona de trabajo que utilizaran agentes biológicos.

Por último, es importante que no exista ningún tipo de conexión entre los conductos que distribuyen el agua que será utilizada dentro de Biocal y los conductos que llevarán el agua potable que podrá ser consumida o de otras áreas del CEPIIS [41].

NOTA: Los planos de la conexión eléctrica y los puntos de agua, no están autorizados para ser publicados, por seguridad del CEPIIS, sin embargo en los planos 3D que se encuentran en los anexos, se permite visualizar 3 puntos de agua y la existencia de paneles de electricidad.

3. SISTEMA DE ADECUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE PARA BIOCAL

Los sistemas de ventilación (SV) deben reponer el oxígeno que consumen los trabajadores con su respiración y eliminar los contaminantes que generen como subproductos de la actividad laboral, y que pueden permanecer suspendidos en el aire. Los SV se consideran métodos de control de calor y humedad y manejo de los contaminantes químicos y biológico presentes en el aire de la zona de trabajo [43].

El principio fundamental de sistema adecuación y acondicionamiento de aire de Biocal es crear un ambiente agradable y confort para los microorganismo y personal de trabajo, sin afectar sus características y causar estrés a los microorganismos que habiten en este, de igual manera en la salud de los trabajadores, para eso se pueden considerar las funciones básicas del acondicionamiento de un laboratorio como; el control y ajuste de las condiciones termohigrométricas, la renovación del aire existente, con la correspondiente dilución y evacuación (según el % requerido) de los contaminantes presentes en el mismo y por último es el mantenimiento de una situación de adecuada de corrientes de aire en el sentido que este circule siempre desde el lugar menos contaminado hacia el más contaminado dentro de Biocal, manteniendo en depresión las zonas más contaminadas así como el conjunto de Biocal ya que este se encuentra incorporado al CEPIIS y debemos asegurar su ambiente [44].

3.1 Clasificación del sistema de ventilación

Dentro los sistemas de ventilación tenemos:

3.1.1 Sistema de ventilación natural (SVN)

Consiste en un modelo ingenieril de diseño donde se utiliza la fuerza natural del viento y con ello garantizar remoción hasta del 85% del aire dentro del local y así garantizar la calidad adecuada del aire en la zona de trabajo. Los SVN suelen diseñarse a partir de una serie de huecos denominados “patinejos” e incorporando suficientes ventanas y puertas para garantizar el intercambio del aire interior con el del ambiente exterior con el caudal mínimo requerido [43].

Se considera que los SVN constituyen los diseños más económicos para garantizar la calidad del aire interior, pero no siempre son adecuados para controlar los contaminantes que se generan en el interior de los locales donde existen [43].

Los SVN se controlan calculando el número de recambios de aire por hora que le garantiza el sistema al local, el cuál debe ser generalmente superior a 3 cambios de aire por hora [43].

3.1.2 Sistema de ventilación artificial (SVA)

Son los modelos ingenieriles de diseño que utilizan la fuerza eléctrica para mover hasta el 85 % del aire dentro de un local, y con ello garantizar la calidad adecuada del aire en la zona de trabajo. Los SVA se suelen diseñar en los edificios donde se realizan actividades laborales y son de uso obligatorio cuando existen contaminantes químicos y biológicos presentes en el aire de la zona de trabajo. Están constituidos por ventiladores que fuerzan la inyección y la extracción del aire en los locales, garantizando los caudales de dilución que requiere el proceso industrial y pueden incorporar refrigeración, calefacción y depuración en el diseño del sistema [43].

Al diseñar los SVA, la dilución de los contaminantes se calculará en la etapa de diseño mediante los valores límites admisibles (LEAL-CPA) para exposiciones de 8 horas de trabajo diario, que se establecen en la norma antes citada. Aun cuando la presencia de contaminantes químicos en el aire de la zona de trabajo no supere los LEAL-CPA establecidos en la norma, se considerará que para mantener un recinto adecuadamente ventilado hay que renovar todo el aire presente al menos tres veces por hora, o proporcionar a cada trabajador entre 280 y 850 litros de aire fresco por minuto [43].

3.1.3 Sistema ventilación combinados (SVC)

Son los sistemas de ventilación que resultan de la combinación de un SVN y un SVA cuando el flujo o caudal natural (Q_{vt}) y el flujo o caudal artificial (Q_{va}) no alcanzan el 85 % del flujo o caudal total (Q_{vt}) [43].

Los SVC se diseñarán solo como un método de control del calor y la humedad presente en el aire de la zona de trabajo, y los subsistemas natural y artificial deben respetar por separado los

requisitos sanitarios que se establecen para cada uno de ellos por separado. Cuando en un SVC el flujo de la ventilación mecánica sea mayor que 15 % del total necesario, el cálculo del caudal medio natural (Q_{vn}) del subsistema de ventilación natural del SVC se calculará aplicando la ecuación 3.1 [43]:

$$Q_{vn} = Q_t - 0,5 Q_{va} \quad [Ec. 3.1]$$

donde:

$$Q_{vn}: \text{Flujo del SVN} \left(\frac{m^3}{s}, \frac{m^3}{min}, \frac{m^3}{h} \right)$$

$$Q_t: \text{Flujo total necesario} \left(\frac{m^3}{s}, \frac{m^3}{min}, \frac{m^3}{h} \right)$$

$$Q_{va}: \text{Flujo de SVA} \left(\frac{m^3}{s}, \frac{m^3}{min}, \frac{m^3}{h} \right)$$

La ecuación 3.1 está establecida para hallar el caudal necesario de un sistema natural, partiendo de la idea, que el caudal por parte del sistema mecánico aporta el 50% del caudal total, de un sistema combinado, esto nos permite reconocer que cantidad debemos entrar o extraer del aire del exterior.

3.2 Tipos de ventilación

Existen tres tipos de estrategia de control de ventilación

3.2.1 Ventilación general

La ventilación general tiene como objeto el mantenimiento de la pureza y unas condiciones en el aire de un local determinado, es decir, mantener la temperatura, velocidad del aire y un nivel de contaminantes dentro de los límites admisibles para preservar la salud de los trabajadores [45].

La ventilación general la podemos emplear por tres procesos diferentes.

- Extracción de aire.
- Inyección de aire.
- Combinación de extracción e inyección [45].

Cada método tiene su mérito particular. El sistema más indicado para un determinado edificio vendrá generalmente determinado por sus dimensiones, forma del espacio y también por la cantidad de polvo, olores y temperatura que se deba controlar. [45]

3.2.2 Ventilación por dilución

Es un sistema es un sistema diseñado para diluir los contaminantes mezclando aire fresco con aire contaminado se utiliza para controlar [46]:

- Contaminantes de toxicidad moderada.
- Gran cantidad de fuentes.
- Exposiciones intermitentes.
- Combinada con una ventilación general permite controlar temperatura y humedad [46].

3.2.3 Ventilación local

Estos sistemas consisten en una serie de campanas tuberías de transporte un depurador un ventilador o finalmente una especie de chimenea que sirva como un puerto de muestreo [45].

Están diseñados para controlar ya en la fuente antes de que se mezclen con el aire respirable se utiliza para controlar [46]:

- Sustancias altamente tóxicas.
- Emisiones de una sola fuente.
- Exposición directa al trabajador [46].

Con base a la guía de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRE) [25], y la clasificación de los niveles diseño de laboratorio, la clasificación de sistemas de ventilación y tipos de ventilación anteriormente mencionados, se observará la siguiente tabla de los niveles de diseño de ventilación de laboratorio (LVDL) el cual nos ayudará a determinar el tipo y el sistema a utilizar para Biocal:

Tabla 30.*Calificación de Niveles de Diseño de Ventilación de laboratorio LVDL*

Niveles de diseño de ventilación de laboratorio.	Potencial de generación de aire.	Severidad del peligro.	Estrategia de control.	Costos de construcción y operación.
0	Insignificante	Insignificante	Ventilación por dilución	Bajo
1	Insignificante	Bajo (química de consumo)	Puntos de dilución y ventilación de extracción local	Moderado
2	Bajo	Bajo a moderado	Dilución y eliminación, ventilación de extracción local, campanas de extracción	Alto
3	Alto	Alto	Dilución y eliminación, ventilación de extracción local, campanas de extracción, dispositivo especial de control de exposición (ventiladores)	Muy alto
4	Muy alto	Extremo	Dilución y eliminación, ventilación de extracción local, campanas de extracción, dispositivo especial de control de exposición	Extremo

Nota. Existen 5 niveles de diseño de ventilación , con sus respectivas estrategias de control, desde el nivel más bajo hasta el nivel más alto. Tomado de : Á. R. I. P. Q. M. Baques Merino Raul, «clasificación de los sistemas de ventilación en el ambiente laboral. Requisitos fundamentales para su diseño y evaluación en salud y seguridad,» *Revista Cubana de salud y trabajo*, vol. 22, nº 2, pp. 17-26, 2021.

Basados en la información de la **Tabla 30**, establecemos que el sistema de ventilación, adecuación y acondicionamiento para Biocal, requiere un potencial bajo por eso se establece un

sistema de ventilación natural (SVN) o un sistema de ventilación mixta pueden ser los más adecuados para Biocal, ya que su severidad de peligro es baja moderada permitiendo una buena calidad de aire dentro del establecimiento [47].

Las condiciones ambientales y geográficas de Biocal, nos permite manejar las temperaturas y humedad necesarias para Biocal, al igual que la ventilación necesaria para lograr cumplir la seguridad requerida para los trabajadores, las condiciones ambientales y ubicación son:

- Ubicación: Campus Cerros – Bienestar Universitario.
- Temperatura: Se maneja un rango temperatura 8°C – 18°C, con un promedio 14°C
- Humedad: 64% - 90%
- Vientos: 8 km / h
- Presión: 1011 hPa – 1016 hPa

Teniendo en cuenta la información anteriormente citada, se establece para el diseño una estrategia de control de dilución y eliminación, ventilación de extracción local, con sugerencia de manejar una campana de extracción.

3.3 Ventilación general por dilución

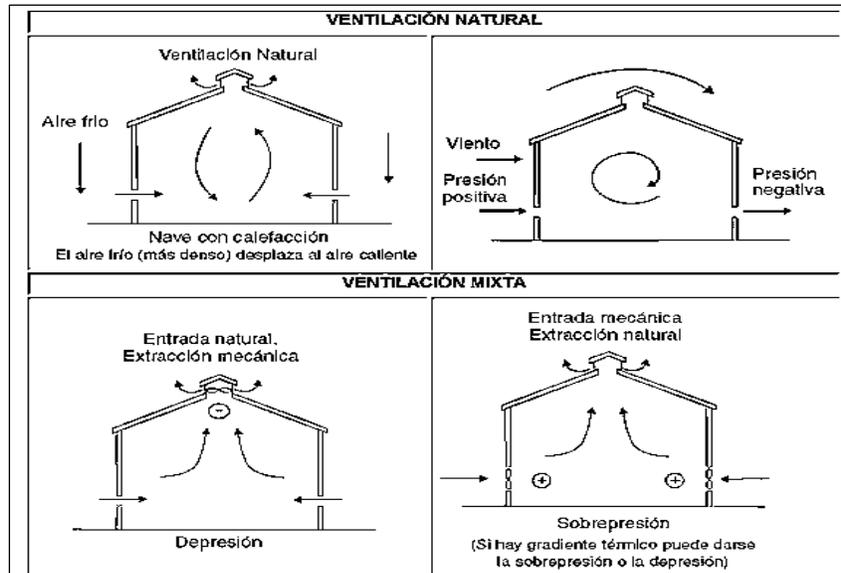
El fundamento de esta técnica de ventilación es el suministro y extracción del aire para Biocal que se encuentra integrado en Centro de Procesos e Innovación para la industria Sostenible (CEPIIS) donde este puede darse de forma natural o mecánica.

Con este se quiere obtener una sustitución de aire de características no deseables (ya sea por humedad, temperatura, presencia de agentes químicos y biológicos u olores desagradables), por cuyas características se consideran las adecuadas para el manejo de Biocal y las condiciones ambientales previamente establecidas, mencionadas anteriormente [48].

Para este diseño se establece un sistema ventilación natural donde las entradas y salidas no son forzadas, la cuales estarán acompañadas con una serie de filtros que nos permite el manejo de contaminantes químicos y biológicos, o como otra opción un sistema de ventilación mixta donde tengamos una entrada mecánica y una salida natural logrando una depresión o sobrepresión que nos ayuda a mantener un control de Biocal, sin llegar a presentar una opción tan costosa como

mecánica y permitir un mayor control de los contaminantes biológicos como se ve representada de ambos casos en la siguiente figura 12.

Figura 17.
Ventilación natural vs Ventilación mixta



Nota. Mecanismos de entradas dependiendo el tipo de ventilación a utilizar en este . Tomado de: C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18.

Sabiendo que, por este tipo de sistemas de ventilación natural, es difícil en el manejo de control riguroso del caudal de ventilación, por este maneja un gradiente de favorecimiento de temperatura, y ubicación por parte Biocal ya que se observa un movimiento de aire favorecedor y existen gran cantidad de oleas de viento en los Eco campus los cerros -Bienestar Universitario.

Por otro lado, tenemos una opción para Biocal un poco más efectiva que un sistema de ventilación mixta, que nos permite un control más riguroso y es menos costosa que la mecánica, de igual manera este nos permite bajar la presión o llegado caso a subir la presión, consigo le necesite el directamente en Biocal, que en su caso sería una presión negativa para tener claro de lo que hablamos en tener focos de contaminación localizada y así evitar cualquier tipo de contaminación cruzada al abrir o cerrar la puerta de entra o salida.

A Continuación, observaremos una serie de características del laboratorio y necesidades en concreto de los sistemas de ventilación

Tabla 31.

Características de ventilación natural vs Ventilación mixta

Características	Ventilación Natural	Ventilación Mixta: Entrada mecánica Salida natural
Ámbito de aplicación.	Utilización de fuerzas convectivas. Talleres altos y estrechos.	Utilización de las fuerzas convectivas
Posibilidad de actuar sobre la distribución del aire.	No	Si
Posibilidad de controlar la calidad del aire introducido.	No	Si
Posibilidad de controlar la presión dentro del local	No	Si, con gradiente térmico (depresión o sobrepresión). No, sin gradiente térmico (sobrepresión)
Posibilidad de recuperar calor del aire extraído	No	No
Independencia del viento en:		
• Entradas	No	Si
• Salidas	No	No
Problemas particulares	Incapacidad de asegurar el caudal, corrientes de aire, aire insuficiente.	No aplica

Nota: Características para tener en cuenta en el momento de adecuación y acondicionamiento del aire. Tomado de : .C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18.

Esta información que observamos en la tabla nos permite tener dos buenas opciones de ventilación para el diseño de adecuación y acondicionamiento del aire de Biocal, para esto se

establecerán los principios de ventilación por dilución teniendo en cuenta estas dos propuestas, ya que esta técnica nos permite el manejo de ambas.

3.4 Principios de ventilación por dilución

Para la adecuación y el acondicionamiento del aire de Biocal, se realiza un diseño de un sistema de ventilación para el control de riesgos para la salud de los trabajadores y contaminación química y biológica basándose en los siguientes principios generales:

3.4.1 *Calcular el caudal de aire necesario*

Para lograr una dilución suficiente del contaminante y mantener su concentración por debajo de un valor aceptable de Biocal. Este cálculo se basará en tipo de contaminante principal de la actividad de trabajo, su nivel de generación y sus características fisicoquímicas [48]. Se establece que para agentes químicos se encontrará tratar NTP 937 [49] y para agentes biológicos NTP 833 [50].

3.4.2 *Ubicación de las salidas de aire*

Las salidas de Biocal deben estar cerca de los focos de contaminación, consiguiendo un cierto efecto “extracción localizada”, además de evitar que los agentes contaminantes se dispersen. En cuanto a lo que corresponde las entradas se debe procurar que sea una especie de arrastre de aire limpio a las zonas más contaminadas, creando el efecto “ventilación por desplazamiento” [48].

3.4.3 *Recorrido esperable del aire en la zona*

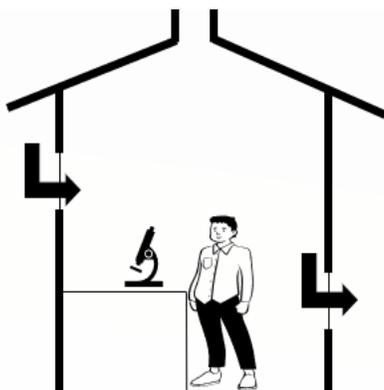
Idealmente la secuencia debe ser:

Figura 18.
Secuencia ideal de entrada de aire

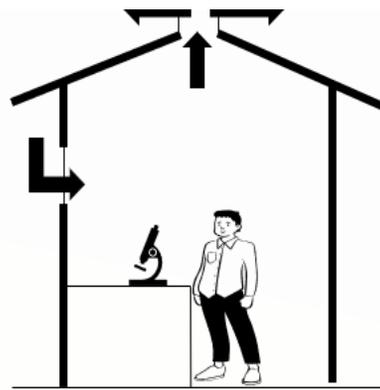


Nota. Secuencia de para la entrada de aire del laboratorio

Figura 19.
Situaciones incorrectas y correctas del área trabajo



Situación Incorrecta:
El aire limpio arrastra el contaminante hacia zona respiratoria del trabajador de Biocal



Situación Incorrecta:
El aire limpio arrastra el contaminante hacia zona respiratoria del trabajador de Biocal, pueden existir zonas muertas dentro de Biocal es decir nula su ventilación



Situación Correcta:
La distribución del aire en Biocal es homogénea.
La salida se sitúa cerca del foco y el movimiento del aire aleja cualquier tipo de agente de la zona respiratoria del trabajador de Biocal.

Nota. La distribución de aire en el local es homogénea y la salida se deben situar cerca del foco de emisión y el movimiento del aire aleja el agente de la zona Tomado de : C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18.

Por otro lado, observaremos en la figura19 de las situaciones correctas e incorrectas respecto al manejo del aire que se pueden presentar en Biocal, ya que modelar el movimiento de aire en Biocal, resulta algo difícil de realizar. Aun así, lo ideal es seguir estudiando la posible existencia de zonas muertas, posibles corrientes causadas por las puertas, ventanas, , movimientos de aire natural. Esta secuencia se plantea para evitar el discomfort térmico entre otros dentro Biocal.

3.4.4 Prever la reposición del aire extraído

Partiendo de todas las fuentes, que constituyen una demanda de aire (como los sistemas de extracción localizada). Por esto pueden darse algunas situaciones diferentes que se pueden dar en Biocal, la cuales son las siguientes [51]:

- **Biocal a presión negativa (con respecto a la atmosféricas):** Se extrae más aire que el que entra a Biocal. Este puede ser conveniente cuando, además de la dilución de la contaminación del local, se pretende que esa contaminación no pase a otras áreas de trabajo de Biocal [51].
- **Biocal a sobrepresión o a presión positiva (con respecto a la atmosférica):** Entra en el local más aire del que se extrae en Biocal. El aire sobrante se difundirá por las aberturas o resquicios que encuentre Esta situación es la que se encuentra a menudo en edificios, por ejemplo, de oficinas en los que además de ventilar se prepara el aire que se suministrará a los locales. En este caso no interesa la entrada incontrolada de aire del exterior sin tratar y a condiciones térmicas diferentes de las deseadas [51].

3.4.5 Evitar la entrada del aire extraído al laboratorio

Se debe descargar a una altura suficiente en la estructura de Biocal, es decir por encima de la cubierta o asegurando que no tenga entrada por ninguna ventana puerta u otra abertura que se encuentre situado al punto de descarga, determinado en Biocal. Ya que este espacio de trabajo se encuentra debajo de otro espacio de trabajo se sugiere crear una especie de chimenea, este debe estar a una altura 1,3 veces más alto del techo [51].

3.5 La ventilación por dilución como técnica de control de la exposición a agentes químicos y biológicos

La ventilación nos permite un grado de flexibilidad en su concepción y plantea una baja interferencia con los equipos, procesos y trabajadores de Biocal. Sin embargo, existen una serie de limitaciones e inconvenientes, por su uso como técnica de control de la exposición a agentes químicos [51]:

- Existencia de un nivel alto de los contaminantes.
- Trabajos cercas de focos de contaminación

- Posibles dificultades del caudal necesario.
- Posible dificultad de la estimación de la mezcla de aire y la tasa de emisión de contaminante al ambiente laboral.
- Utilización de grandes caudales de aire que no son controlables.
- Dificultades para absorber grandes picos de emisiones de contaminantes [51].

La aplicación para el control de la exposición se restringe a las situaciones que cumplen las siguientes características:

3.5.1 *No es apropiado implementar otras medidas de prevención primaria*

En las que tenemos sustitución total o parcial del agente químico o biológico, algún tipo de modificación del proceso evitando la emisión de agentes químicos al ambiente, encerramiento del proceso especialmente instalaciones de extracciones localizadas por contaminante [51].

3.5.2 *Toxicidad del contaminante*

La ventilación general maneja unos valores permitidos para la existencia de los contaminantes, puesto que no los elimina en origen, sino que los diluye, rebajando la concentración final. Por ello, ante la presencia de agentes muy tóxicos, con valor límite muy bajo, esta técnica no es eficaz y deberá recurrirse a otras medidas, tales como la utilización de filtros o el manejo de otro tipo de estrategia [51].

3.5.3 *Cantidad de contaminante generada baja*

Si la cantidad de contaminante es muy baja, la entrada de aire va a ser excesiva, y la estrategia o control no va a ser eficaz, solo genera mayor costo, esto va a ser que el diseño no es el adecuado para su utilización [51].

3.5.4 *Trabajo alejado del foco de contaminante*

Esto puede causar que pueda producirse la dilución de los contaminantes antes de que alcance la zona respiratoria del trabajador, lo que puede tener complicaciones para personal de trabajo y se vea afectada la seguridad [51].

3.5.5 Existencia de gran cantidad de focos contaminantes

Esto nos dice que no podemos realizar extracción localizada en Biocal llegado acaso a pasar, y tenemos que buscar otro tipo de estrategia de control [51].

3.5.6 Tasas de emisión del contaminante al medio ambiente

Dado a los elevados caudales que implica, la ventilación general no puede sobrealimentarse para absorber cualquier pico emisiones , para esto se debe prever otras medidas para evitar algún tipo de accidente [51].

3.6 Cálculo del caudal requerido para la prevención del riesgo en la salud

Para realizar este cálculo del caudal es necesario que se suministre y extraiga aire de local donde se establecerá el laboratorio Biocal , con el fin de mantener la concentración por debajo de un determinado valor, es importante de disponer de datos reales sobre la velocidad de emisión o generación del agente químico y biológico al medio laboral que se disponga. Estos datos se pueden conseguir en la propia planta , con los registros de esta y saber los registros adecuados sobre el consumo de los materiales químicos y biológicos [51].

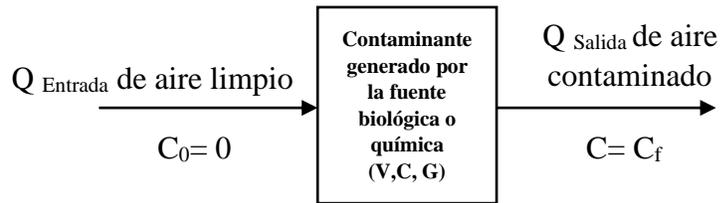
3.6.1 Ecuación general de la ventilación por dilución

Para determinar el caudal necesario y lograr mantener la concentración constante, para un valor dado de la velocidad de generación o dado caso un caudal másico (masa / tiempo) del contaminante emito por la fuente, ya sea biológica o química [52] .

Esto se va a deducir a partir de un balance de masa del contaminante dentro de Biocal, partiendo de que el aire de entrada se encuentra libre de estos contaminantes y que la fuente aire se incorpora continuamente [52]:

Volumen de control:

Figura 20.
Volumen de control



Nota. Volumen de control para establecer la ecuación de ventilación por dilución.

A partir de esto el balance quedaría

$$\text{Acumulación de contaminante} = \text{Generación} - \text{Eliminación}$$

Por lo tanto, tenemos

$$VdC = Gdt - Q \times Cdt \quad [\text{Ec } 3.2]$$

Donde;

$V = \text{Volumen de Biocal } m^3$

$G = \text{Caudal masico que se incorpora } \frac{mg}{s}$

$Q = \text{Caudal de ventilación } \frac{m^3}{s}$

$C = \text{Concentración del aerosol o vapor } \frac{mg}{m^3}$

$t = \text{Tiempos}$

La ecuación diferencial (3.2), Parte desde que el contaminante se mezcla de manera instantáneamente con todo el aire que se encuentre en Biocal y de igual manera el caudal de aire de salida presenta la misma concentración [52] .

La magnitud del error cometido se determina a partir de la medida de en qué la concentración del aire extraído difiera del promedio general de Biocal [52] .

Por lo resolviendo tenemos, el despeje de la ecuación (3.2)

$$VdC = dt \times (G - Q \times C) \quad [\text{Ec.3.3}]$$

Despejamos en términos de dC y dt , tomando V como constante

$$\frac{dC}{(G - Q \times C)} = \frac{1}{V} dt \quad [Ec. 3.4]$$

Se realiza en la integración desde C_0 hasta C , de igual manera desde t_0 hasta t [52] .

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{(G - Q \times C)} = \frac{1}{V} \int_{t_0}^t dt \quad [Ec. 3.5]$$

Resolviendo la integración tenemos

$$\ln \left(\frac{G - Q \times C}{G - Q \times C_0} \right) = -\frac{Q}{V} \times (t - t_0) \quad [Ec. 3.6]$$

Partimos de que la concentración inicial es cero (C_0), cuando estamos en un tiempo cero (t_0), por lo nos queda que remplazar estos en la ecuación (3.6) [52] .

$$\ln \left(\frac{G - Q \times C}{(G - (Q \times 0))} \right) = -\frac{Q}{V} \times (t - 0) \quad [Ec. 3.6]$$

$$\ln \left(\frac{G - Q \times C}{G} \right) = -\frac{Q}{V} \times t \quad [Ec. 3.7]$$

Resolviendo el \ln , tenemos

$$C = \frac{G}{Q} \left(1 - e^{\frac{-Q}{V \times t}} \right) \quad [Ec. 3.8]$$

Donde se expresa la ley de acumulación del contaminante en función del tiempo, cuya representación se observará en la siguiente grafica [52] .

Figura 21.
 Grafica para observar la ley de acumulación



Nota. Ley de acumulación del contaminante en función del tiempo. Tomado de : V. Baturin, «Capítulo 5. Ventilación General,» de Fundamentos de Ventilación Industrial, Barcelona, Barcelona Labor, 1976, pp. 30 - 55.

El estado régimen es cuando el t tiende a infinito ($t \rightarrow \infty$), pero si G y Q son constante, como se puede observar en figura 21 [52] ;

Se reemplaza el ($t \rightarrow \infty$), en la ecuación (3.8)

$$C = \frac{G}{Q} \left(1 - e^{\frac{-Q}{V \times \infty}} \right) \text{ [Ec. 3.8]}$$

$$C = \frac{G}{Q} (1 - e^{\infty})$$

$$C = \frac{G}{Q} \times 1$$

Se obtiene como resultado;

$$C = \frac{G}{Q} \text{ [Ec. 3.9]}$$

Se despeja el caudal Q , de la ecuación (3.9)

$$Q = \frac{G}{C} \text{ [Ec. 3.9]}$$

Teniendo en cuenta que no puede darse una mezcla no es completa, y se comenzó desde un idealismo, se debe introducir un factor de seguridad en el cálculo del caudal, que tiene como nombre K, lo que nos queda [52] .

$$Q_R = K \times Q \quad [Ec. 3.10]$$

Ahora, se reemplaza la ecuación (3,9) en la ecuación (3.10)

$$Q_R = K \times \frac{G}{C} \quad [Ec. 3.11]$$

Donde:

$$Q_R = \text{Caudal real de ventilación} \quad \frac{m^3}{s}$$

$$Q = \text{Caudal de ventilación} \quad \frac{m^3}{s}$$

K = Factor de seguridad para tener en cuenta que la mezcla no es completa.

3.7 Valor del factor de K

Para determinar el valor del factor de seguridad K, se establece que varía entre 1 y 10 de acuerdo con una serie de consideraciones. [51]

- La eficacia de la mezcla y distribución de aire introducido a Biocal y la forma de ventilación en el interior [51].
- La toxicidad del disolvente o severidad del nivel de los agentes biológicos. Se ha sugerido recomendaciones en función de la concentración máxima permitida, en un ponderado de 8 hora (CMP), para elegir la K, se puede tener en cuenta [52] :

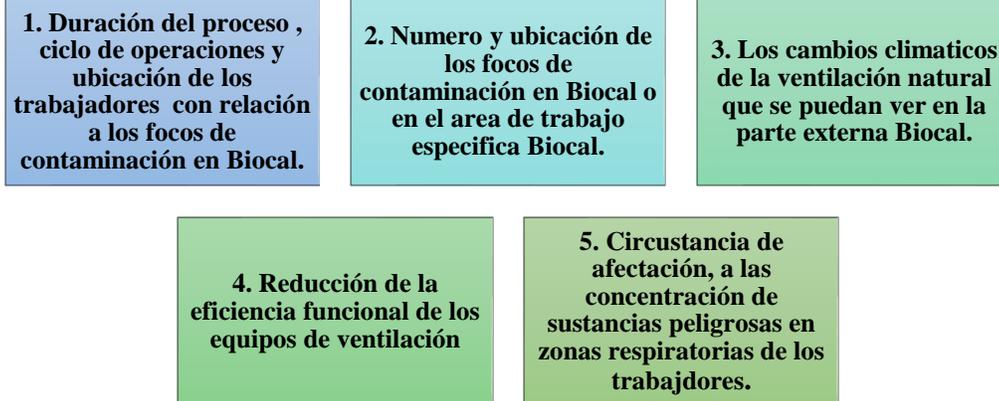
Sustancia ligeramente tóxica: $CMP > 500$ ppm [52] .

Sustancia moderadamente tóxica: $CMP 500 - 100$ ppm [52] .

Sustancias altamente tóxicas: $CMP < 100$ ppm [52] .

- La consideración de cualquier otra circunstancia que el higienista considere importante sobre la base de su experiencia y a las características de la situación concreta, por ejemplo [51]:

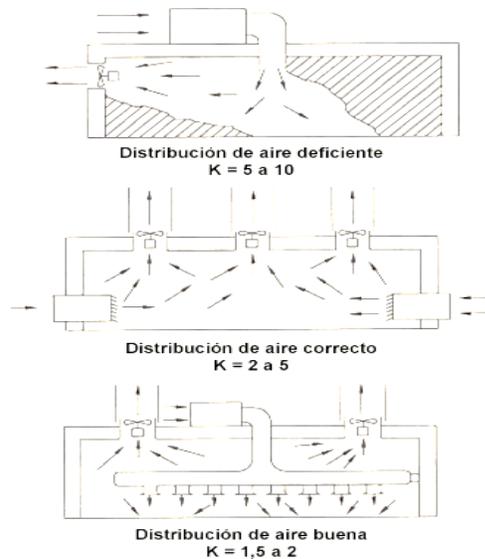
Figura 22.
Valor Factor K



Nota. Consideraciones para encontrar el valor de k de seguridad. Tomado de : C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18.

De igual manera en la figura 23 se muestra esquemáticamente distintas situaciones de distribución del aire y el factor K que se puede manejar en este caso.

Figura 23.
Distribución de aire , para hallar K



Nota. Distribución de aire deficiente, correcto y bueno
Tomado de : C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18.

3.8 Recambios de ventilación en Biocal

Para la determinación de la recambios o recomendaciones por hora que debe tener Biocal, se deben tener en cuenta varios factores [53]:

- **Caudal:** Se debe realizar el cálculo del caudal real de ventilación que necesita Biocal a partir de la ecuación (3.11), el cual se mide en $\frac{m^3}{s}$.
- **Presión:** La presión necesaria para vencer la resistencia que ofrece la instalación.

Para ventilar o renovar a Biocal, deberemos aportar aire por un lado y extraerlo por otro. Esta aportación de aire dependerá según la norma DIN 1946, según las alteraciones que sufre el aire y el calor que se despiden según las actividades principalmente en el sector industrial [53].

3.8.1 Renovaciones por hora

En función de los factores que afectan la aportación de aire, se podrá determinar el número de renovaciones por hora que requiere un local determinado. Es lo denominado R/H (número de renovaciones precisas por hora). La norma DIN 1946 indica el número aconsejable de renovaciones en locales tipo como se describe a continuación en la figura [53] :

Figura 24
Renovaciones de aire por hora del sector industrial.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Almacenes	5-10	INDUSTRIAL
Cabinas de pintura	25-50	
Cocinas industriales	15-30	
Fundiciones	8-15	
Inodoro industrial	8-15	
Laboratorios	8-15	
Laminadores	8-12	
Locales de aerógrafos	10-20	
Locales de decapado	5-15	
Remojos	≤ 80	
Salas de fotocopias	10-15	
Salas de máquinas	10-40	
Talleres de gran alteración del aire	10-20	
Talleres de montaje	4-8	
Talleres de poca alteración del aire	3-6	
Talleres de soldadura	20-30	
Tintorerías	5-15	

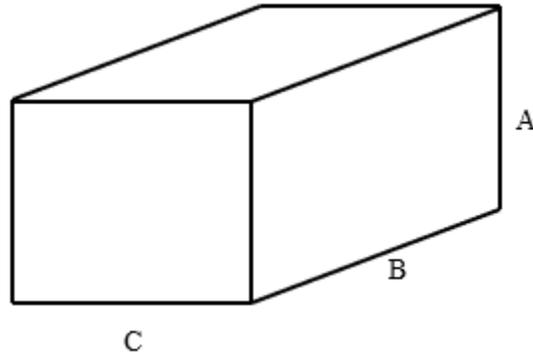
Nota. Renovaciones del aire por hora del sector industrial según la norma DIN 1946. Tomado de : asals Fans of Innovation , «Como calcular la renovaciones por hora según la actividad de un local,» 4 septiembre 2020. [En línea]. Available: https://www.casals.com/assets/uploads/editor/file/renovacion_de_aire_en_locales_tipicos_casals.pdf.

3.8.2 Cálculo de renovación

El cálculo de la renovación se determina a partir del volumen de Biocal donde su ecuación sería [53].

$$V = A \times B \times C \quad \text{Ec. 3.12}$$

Figura 25.
Representación de el volumen de Biocal



Nota. Determinación de las dimensiones de Biocal.

Donde:

A= Alto de Biocal m

B= Ancho de Biocal m

C= Largo de Biocal m

El cálculo de renovación se hace a partir de la ecuación (3.11) y la ecuación (3.12) [53].

$$\frac{R}{h} = \frac{Q_R}{V} \quad [\text{Ec. 3.13}]$$

Donde:

R/h = Renovaciones por hora

Q_R = Caudal real de ventilación

V = Volumen de Biocal

Por lo tanto, también se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{R}{h} = \frac{K \times Q}{V} \quad [\text{Ec. 3.14}]$$

Donde:

R/h = Renovaciones por hora

$$Q = \text{Caudal de ventilación } \frac{m^3}{s}$$

K = Factor de seguridad para tener en cuenta que la mezcla no es completa.

V = Volumen de Biocal

3.9 Sistema filtración para la de ventilación natural general

Para este sistema se contará con una serie de filtros que nos ayudará a la entrada y la salida de las corrientes de aire que se manejan en Biocal, por otro lado contará con un punto de extracción y ventilación local que nos permite mayor control de contaminantes biológicos y químicos esto se reduce o se manejará a partir de una cabina de flujo laminar que nos permite trabajar estos sin arriesgar al trabajador y tener claro un foco de contaminación por otro lado este sistema nos va permitir el manejo de las condiciones de trabajo requeridas por Biocal por esto se sugiere una serie de filtros que nos ayuden a manejar estas consideraciones [54]. Dentro de las directrices a nivel internacional y de los valores que la legislación nacional que garantiza y estandariza que un filtro proporciona calidad de aire interior y partículas refiere, todo se establece en la ISO 16890 (Oficialmente EN779:2012 para la UE y ASHRAE 52.2 para EE. UU.) tanto para filtros grueso y finos y por otro lado tenemos EN1822:2018 para filtros HEPA y ULPA [54].

Todos los filtros son sometidos a pruebas en laboratorio independientes. Durante los ensayos a estos filtros son expuestos a circunstancias que indican con precisión cómo se comportan en el momento de la práctica. Ya que estos deben cumplir las normas anteriormente citadas además de garantizar su funcionamiento real [54]. Para tener en cuenta los filtros es importante la eficiencia MPPS dentro esta prueba. MPPS significa tamaño de partícula más penetrante; esto nos indica las dimensiones de aquellas partículas que son más difíciles de contener. Generalmente hablamos de que oscilan entre 0,1 y 0,2 micrones (μm), MPPS debe ser calculado antes de someter el filtro a prueba [54].

3.9.1 Categorización de clases de filtros y tamaños de partícula

Tabla 32.

Categorización de clase de filtros y tamaños de partícula

<i>Tamaño de partícula</i>	<i>Ejemplo</i>	<i>Clases de filtro</i>	<i>Aplicaciones típicas</i>
<i>Polvo grueso</i>	<i>Insectos</i>	<i>G-1</i>	<i>Aplicaciones simples (por menos mosquitero para maquinas compacta)</i>
<i>tamaño partícula > 10 μm</i>	<i>Fibras textiles</i>	<i>G-2</i>	
	<i>Arena</i>		

	<i>Ceniza Fina</i> Espora, Polen Polvo de cemento	G-3 G4	Prefiltros y filtros de circulación para refugios de defensa civil Filtro de escape para cabinas de pintura en aerosol, cocinas, etc. Filtros de admisión de aire acondicionado y maquinas compactas (por ejemplo, acondicionadores de aire de ventana, ventiladores) Prefiltros para clases de filtros M6 a F8
<i>Polvos finos tamaño de partícula de 1-10 µm</i>	<i>Polen</i> Esporas Polvo de cemento Cenizas Finas Bacterias y gérmenes en partícula anfitrionas	M5 M6 F7	<i>Filtros de admisión de aire exterior para habitaciones con bajos requisitos de pureza (ejemplo fábricas, almacenes, chocheras)</i> Prefiltros y filtros de circulación en estaciones de ventilación central Filtros finales para aire acondicionado en salas de ventas, Tiendas departamentales, Oficinas y ciertas plantas de producción Prefiltros para clases de filtro F9 A E11
	Vapores de aceite y hollín aglomerado Humo de tabaco Humo óxido metálico	F7 F8 F9	Filtros finales para acondicionamiento de aire en oficinas plantas de producción, centros de control, hospitales, centro EDP Prefiltros para clases a filtros E11 a H13 y de carbón activado.
<i>Partículas suspendidas, tamaños de partículas <1 µm</i>	<i>Gérmenes , bacterias virus</i> Humo de tabaco Humo de oxido metálico	E10 E11 E12	Filtros finales para habitaciones con los altos y mayores requisitos de pureza (por ejemplo, laboratorios, procesamiento de alimentos, sector farmacéutico, plantas de mecánica fina, óptica o electrónica o instalaciones médicas filtros finales para habitaciones limpias, clases 100,000 o 10,000
	Vapores de aceite y hollín en estado naciente Partículas suspendidas radioactivas	E11 E12 H13	Filtros finales para habitaciones limpias, clases 10,000 o 100 Filtros finales para refugios de defensa civil Filtros de salida de aire en plantas nucleares. Filtros finales para habitaciones limpias clase 10 o 1
	Aerosoles	H14 U15 U16	

Nota. Se manejarán partículas Polvos finos tamaño de partícula de 1-10 µm y Partículas suspendidas, tamaños de partículas <1 µm. Tomado de : EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-

3.9.2 Clasificación de filtro grueso y finos según la norma EN 779:2002

Tabla 33.

Clasificación Norma EN 779:2002

Clase filtro	Caída de presión en la prueba final (Pa)	Arrestancia promedio (Am) de polvo de pruebas ASHRAE	Eficiencia promedio (Em) de partículas de 0.4 μm
G1	250	50% ≤ Am < 65%	NA
G2	250	65% ≤ Am < 80%	NA
G3	250	80% ≤ Am < 90%	NA
G4	250	90% ≤ Am	NA
F5	450	NA	40% ≤ Em < 60%
F6	450	NA	60% ≤ Em < 80%
F7	450	NA	80% ≤ Em < 90%
F8	450	NA	90% ≤ Em < 95%
F9	450	NA	95% ≤ Em

Nota. Para filtro F8 tenemos que su eficiencia promedio es: 90% ≤ Em < 95% Tomado de : EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-classes.html.

3.9.3 Clasificación de filtros gruesos, medios y finos según la norma EN 779:2012

***Eficiencia mínima es la menor eficiencia entre la eficiencia inicial, la eficiencia descargada y la menor eficiencia durante el procedimiento de carga de la prueba.**

Las características del polvo atmosférico varían mucho en comparación con aquellas de polvo cargado sintéticamente en las pruebas. Debido a esto, los resultados de la prueba según EN 779 no proporcionan una base para predecir el desempeño operativo o su vida de uso. Dependiendo de su diseño, los filtros pueden ser operados en condiciones reales en el sitio a caídas de presión final mayores a aquellas dadas aquí [54].

Tabla 34.

Clasificación EN 779:2012

Clase filtro	Caída de presión en la prueba (Pa)	Arrestancia promedio (Am) de polvo de pruebas ASHRAE	Eficiencia promedio (Em) de partículas de 0.4 μm	Eficiencia mínima* de partículas de 0,4 μm
G1	250	50% ≤ Am < 65%	NA	NA
G2	250	65% ≤ Am < 80%	NA	NA
G3	250	80% ≤ Am < 90%	NA	NA
G4	250	90% ≤ Am	NA	NA

M5	450	NA	40%≤Em<60%	NA
M6	450	NA	60%≤Em<80%	NA
F7	450	NA	80%≤Em<90%	35%
F8	450	NA	90%≤Em<95%	55%
F9	450	NA	95%≤Em	70%

Nota. Para filtro F8 tenemos que su eficiencia promedio es: 90%≤ Em <95%, y la eficiencia mínima 55%.Tomanado de: EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-classes.html.

3.9.4 Clasificación de filtros de eficiencia EPA, HEPA y ULPA según la norma EN 1822:2009

Tabla 35.

EPA, HEPA Y ULPA según la norma EN 1822:2009

Clase de filtro	Valor general Eficiencia	Penetración	Valor local eficiencia	Penetración
E 10	≥85%	≤15%	-	-
E 11	≥95%	≤5%	-	-
E 12	≥99.5%	≤0.5%	-	-
H 13	≥99.95%	≤0.05%	≥99.75%	≤0.25%
H 14	≥99.995%	≤0.005%	≥99.975%	≤0.025%
U 15	≥99.999 5%	≤0.000 5%	≥99.997 5%	≤0.002 5%
U 16	≥99.999 95%	≤0.000 05%	≥99.999 75%	≤0.000 25%
U 17	≥99.999 995%	≤0.000 005%	≥99.999 9%	≤0.000 1%

Nota. Eficiencia ≥85%, ≥99.95%, ≥99.999 5%Tomando de: EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-classes.html.

3.9.5 Clasificación según la norma ISO 29463:2011

Tabla 36.

ISO 29463:2011

Clase de filtro	Valor general Eficiencia	Penetración	Valor local eficiencia	Penetración
ISO 15 E	≥95%	≤5%	-	-
ISO 20 E	≥99%	≤1%	-	-
ISO 25 E	≥99.5%	≤0.5%	-	-
ISO 30 E	≥99.90%	≤0.1%	-	-
ISO 35 H	≥99.95%	≤0.05%	≥99.75%	≤0.25%
ISO 40 Hd	≥99.99%	≤0.01%	≥99.95%	≤0.05%

ISO 45 Hd	$\geq 99.995\%$	$\leq 0.005\%$	$\geq 99.975\%$	$\leq 0.025\%$
ISO 50 U	$\geq 99.999\%$	$\leq 0.001\%$	$\geq 99.995\%$	$\leq 0.005\%$
ISO 55 U	$\geq 99.999\ 5\%$	$\leq 0.000\ 5\%$	$\geq 99.997\ 5\%$	$\leq 0.002\ 5\%$
ISO 60 U	$\geq 99.999\ 9\%$	$\leq 0.000\ 1\%$	$\geq 99.999\ 5\%$	$\leq 0.000\ 5\%$
ISO 65 U	$\geq 99.999\ 95\%$	$\leq 0.000\ 05\%$	$\geq 99.999\ 75\%$	$\leq 0.000\ 25\%$
ISO 70 U	$\geq 99.999\ 99\%$	$\leq 0.000\ 01\%$	$\geq 99.999\ 9\%$	$\leq 0.000\ 1\%$
ISO 75 U	$\geq 99.999\ 995\%$	$\leq 0.000\ 005\%$	$\geq 99.999\ 9\%$	$\leq 0.000\ 1\%$

Nota. Tener ISO 35 H, $\geq 99.95\%$, $\leq 0.05\%$, $\geq 99.75\%$, $\leq 0.25\%$. Tomado de : : EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-classes.html.

A partir de esta información anteriormente descrita, se establece que el filtro de entrada aire o viento al interior del Centro Procesos Biológicos sea un filtro fino número 8 que nos ayuda a controlar Polen, Esporas, Polvo de cemento, Cenizas Finas, Bacterias y gérmenes en partícula anfitrionas y otros como vapores de aceite y hollín aglomerado y Humo de tabaco, Humo óxido metálico [55].

- Con una caída de presión en la prueba final de 450 Pa
- La eficiencia promedio (E_m) de partícula de $0,4\ \mu\text{m}$ es de $90\% \leq E_m < 95$, según la norma EN 779:2002
- La eficiencia mínima de partícula de $0,4\ \mu\text{m}$ es del 55%, teniendo en cuenta que esta eficiencia es la menor entre la eficiencia inicial, la eficiencia descarga y eficiencia menor durante el procedimiento que se le realiza de prueba.

Para la parte de la cabina de flujo laminar se establece un filtro tipo HEPA, ya que este es el principal foco de contaminación que tenemos y manejamos una estrategia de extracción localizada permitiendo el buen uso de la zona de trabajo este tipo de filtro nos permite [52]:

- Manejar adecuadamente los gérmenes, bacterias, virus, humo de tabaco, humo de óxido metálico, en laboratorio Biocal
- Permite el manejar cualquier tipo de aerosoles
- Su eficiencia general es $\geq 99,95\%$ según la norma EN1822:2009
- Su eficiencia local es $\geq 99,75\%$ según la norma EN1822:2009

Por último, la extracción de este aire contaminado por los diferentes focos contaminación se puede implementar un filtro tipo EPA número E 10 ,11 0 12 que nos permite hacer el manejo adecuado de este aire. Ya que es uno de los filtros que manejados en laboratorios entre lugares que necesitan, una pureza profunda.

4. INTEGRACIÓN DE ESQUEMATIZACIÓN BÁSICA DE BIOCAL

La representación esquemática permitirá, dar una idea de la estructuración del espacio que nos ayudara a tener los objetivos más claros al momento realizar la construcción de Biocal en el CEPIIS, este nos indicara la ubicación de cada uno de los equipos de gran dimensión que estarán en Biocal, de igual como la distribución del espacio como tal, y el manejo adecuado de la tubería de agua y la zona eléctrica necesarias para Biocal, también se muestra la instrumentación necesarias para este tipo de centros.

Por otro lado, nos ayuda a elegir los materiales de construcción de este, tales como pisos, mesones o mesas de trabajo , ubicación de las zonas de trabajo, el mobiliario a utilizar en este, paredes, siguiendo una serie de características de diseño, al igual que una serie de directrices para tener en cuenta.

Esta esquematización nos ofrece unas indicaciones al momento del diseño de espacios que requiera unas condiciones necesarias de construcción, es decir que zonas de trabajo que tienen que manejar condiciones específicas y necesarias de cumplir como son: las características de los cuartos especiales, implementos necesarios como lavados, duchas de emergencia , duchas de ojos y para identificar sus materiales.

El laboratorio Biocal, se encuentra asilados es decir encerrado en cuatro paredes, se mantiene cubierto por todos los frentes. Esto nos ayuda a mejorar el control del flujo del personal y a los elementos que se encuentren almacenados allí tanto tóxicos, contaminantes, materiales volátiles y agentes biológicos, de esta manera asegurando tener un control y tomar en cuenta las medidas de seguridad habladas anteriormente en el capítulo uno que habla sobre la seguridad a tener en cuenta en Biocal.

También se instalar puertas y ventanas de cierres de seguridad que ofrece tener una facilidad de control en cuento al acceso al lugar evitando riesgo en áreas sensibles. Los lugares de almacenamiento como gabinetes entre otros, contara cerraduras de seguridad y amplio control de acceso [56].

Respecto a las ventanas, hay acceso de poderse abrir de alguna manera, por lo que contara coeficientes paneles contra insectos. Como bien sabemos los insectos pueden ser excelentes transmisores de enfermedades y contaminantes. Esto aplica especialmente a laboratorios de tipo biológico, pero no debe descartarse ninguno [11].

Pero hay otros aspectos vitales como es el caso de los mesones, pisos, lavabos, disposición de desechos, almacenamiento, mobiliario y muchos otros más para tener en cuenta en el diseño y elaboración de Biocal para eso determinamos las siguientes características:

4.1 Características de diseño

Se deben tener en cuenta ciertas características de diseño para emplear la integración de Biocal, tener presente cada uno de los parámetros que se deben trabajar :

1. Se dispondrá de espacio suficiente para realizar el trabajo dentro de Biocal en condiciones de seguridad, limpieza y el mantenimiento de este [30].
2. Las paredes, los techos y los suelos de Biocal deberán ser lisos, fáciles de limpiar, impermeables a los líquidos y resistentes a los productos químicos y desinfectantes normalmente utilizados en el laboratorio. Se le sugiere a Biocal de disponer suelos antideslizantes [30].
3. Las superficies de zonas de trabajo de Biocal deberán ser impermeables y resistentes a desinfectantes, ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y calor moderado [57].
4. La iluminación de Biocal será adecuada para todas las actividades que se desarrollen dentro de este. Evitando de igual manera los reflejos y brillos molestos [15].
5. El mobiliario es robusto y se evita quedar espacio entre mesas, armarios y otros muebles, así como debajo de los mismos, a fin de facilitar la limpieza [13].
6. Se contará espacio suficiente dentro de Biocal para guardar los artículos de uso inmediato, evitando así su acumulación desordenada sobre las mesas de trabajo y en los pasillos. También se provee un espacio para el almacenamiento a largo plazo, convenientemente colocado fuera de las zonas de trabajo, es decir un cuarto de almacenamiento dentro del CEPIIS [15].
7. Se prevean espacio e instalaciones para la manipulación y el almacenamiento seguros de disolventes, material radiactivo y gases comprimidos y licuados dentro de Biocal y almacenamiento en el CEPIIS [13].

- 8.** Lockers o espacio donde se guarden la ropa de calle y los objetos personales del personal de trabajo de Biocal y se encontrarán fuera de las zonas de trabajo de Biocal [13].
- 9.** Las zonas para comer y beber y para descansar se dispondrán fuera de las zonas de del laboratorio Biocal [26].
- 10.** En Biocal se debe contar con lavados, estando ubicados en puntos estratégico [26].
- 11.** Las puertas de entrada y salida de Biocal irán debidamente ubicadas, y protegidas contra incendios [26].
- 12.** Para Biocal el nivel de bioseguridad y riesgo es 2 por los que se dispondrá de una autoclave u otro medio de descontaminación [13].
- 13.** Los sistemas de seguridad en Biocal comprenden medios de protección contra incendios y emergencias eléctricas, así como duchas para casos de urgencia y medios para el lavado de los ojos y lavabos [13].
- 14.** Cuando se planifique una nueva instalación por parte Biocal, habrá que prever un sistema mecánico de ventilación que introduzca aire del exterior sin recirculación. Cuando no se disponga de ventilación mecánica, las ventanas deberán poder abrirse y, a ser posible, estarán provistas de mosquiteras [13].
- 15.** Es indispensable que Biocal disponga con un suministro regular de agua de buena calidad. No debe haber ninguna conexión entre las conducciones de agua destinada a Biocal con las del agua destinadas a otras zonas del CEPIIS. El sistema de abastecimiento público de agua estará protegido contra el reflujo por un dispositivo adecuado [8].
- 16.** EL suministro de electricidad de Biocal; es seguro y de suficiente capacidad, así como de un sistema de iluminación de emergencia que permita salir de Biocal en condiciones de seguridad. Conviene contar con un grupo electrógeno de reserva para alimentar el equipo esencial (estufas, CSB, congeladores, entre otros) [23].
- 17.** Todas las aberturas existentes en esas superficies (por ejemplo, para tuberías de servicio, métodos de ventilación), en Biocal son fáciles de manejar para facilitar la descontaminación de Biocal [42].
- 18.** Las ventanas de Biocal estarán cerradas herméticamente y llevando cristales resistentes a la rotura. .
- 19.** Se contará con un sistema de ventilación que establezca un flujo direccional hacia Biocal. Se instalará un dispositivo de vigilancia visual para seguridad [26].

20. El aire puede ser filtrado por un sistema HEPA, de Biocal, a partir de cabina extracción. Según los agentes con los que se esté trabajando, ese aire puede evacuarse a través de filtros HEPA. [55] Puede instalarse un sistema de ventilación y el aire acondicionado para impedir una presión positiva sostenida dentro de Biocal. Cabe estudiar la posibilidad de instalar alarmas audibles o claramente visibles para alertar al personal de posibles fallos del sistema ventilación [26].
21. El equipo de protección debe estar alejadas de las zonas de paso y de los lugares de cruce de corrientes procedentes de puertas y sistemas de ventilación [15].
22. El aire que sale de las CSB de las clases I o II, y que habrá pasado por filtros HEPA, deberá expulsarse de manera que no se perturbe el equilibrio del aire en la cabina ni en el sistema de evacuación del edificio [15].

4.2 Instrumentación

Cuando hablamos de instrumentación para de Biocal, hacemos referencia todo instrumental necesario llevar a cabo las prácticas que se lleguen a establecer por parte del CEPIIS, hablamos de diferentes instrumentos de diferentes materiales tales como de vidrio, metal, plástico, porcelana y papel. A continuación, observaremos la instrumentación establecida para Biocal a partir de la información del capítulo 1, para determinar los equipos básicos necesarios.

4.2.1 Instrumental de vidrio

Tabla 37.

Instrumental de vidrio para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio
Vasos de precipitado		Matraz Erlenmeyer	
Matraz de bola o esférico		Matraz aforado	

Tabla 37.
Instrumental de vidrio para Biocal

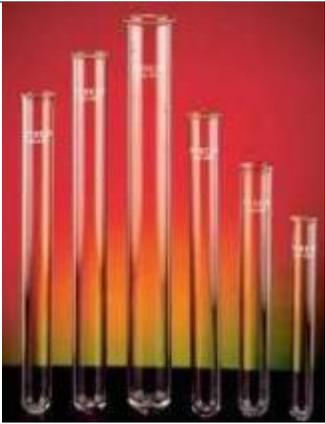
Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio
Matraz Kitasato		Tubos de ensayo	
Tubos de ensayo con rosca		Caja de Petri	
Vidrio de reloj		Placa con pocillos	
Probeta		Cristalizador	

Tabla 37.
Instrumental de vidrio para Biocal

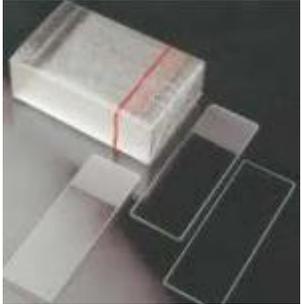
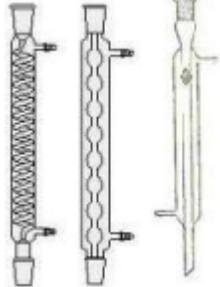
Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio
Frascos		Embudo	
Embudo de decantación		Portaobjetos	
Cubreobjetos		Pipetas graduadas	
Pipetas volumétricas		Pipeta serológica	
Bureta		Termómetro:	

Tabla 37.

Instrumental de vidrio para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Vidrio
Refrigerante		Agitador	

Nota. Se establece una serie instrumentación de vidrio para Biocal. Tomado de : Univerdidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» *DCSBA*, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010

4.2.2 Instrumental de porcelana

Tabla 38.

Instrumental de porcelana para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de Porcelana	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Porcelana
Cápsula de porcelana		Crisol	
Cuchara de porcelana		Mortero	
Mortero de ágata		Triángulo de porcelana	

Nota. Se establece una serie instrumentación de vidrio para Biocal. Tomado de : Univerdidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» *DCSBA*, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010

4.2.3 Instrumental Plástico

Tabla 39.
Instrumentación de Plástico para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de plásticos	Nombre de la instrumentación	Instrumental de plásticos
Tubo para centrifuga		Tubos para ultracentrífuga	
Tubos de ensayo		Tubo para transportar portaobjetos	
Piseta		Jeringas	
Espátula y cuchara:		Mangueras	

Gradillas		Bandejas	
Escobillones		Frascos	

Nota. Se establece una serie instrumentación de plásticos para Biocal. Tomado de : Univerdidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» DCSBA, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010

4.2.4 Instrumentación Metal

Tabla 40.

Instrumentación de metal para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de Metal	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Metal
Espátula		Agitador	
Pinzas simples		Pinzas para vaso de precipitado	
Pinzas para tubo de ensayo		Pinzas para crisol	

Pinzas de Mohr		Pinzas para bureta	
Pinzas de sujeción		Pinza en anillo o anillo de hierro	
Estuche de disección		Crisol de platino	
Asa de platino para siembra		Soporte universal	
Tela de alambre		Tripie	

Nota. Se establece una serie instrumentación de metal para Biocal. Tomado de : Univerdidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» DCSBA, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010

4.2.5 Instrumentación de papel

Tabla 41.
Instrumentación de papel para Biocal

Nombre de la instrumentación	Instrumental de Papel	Nombre de la instrumentación	Instrumental de Papel
Papel filtro		Papel tornasol	
Tiras reactivas		Papel estraza	
Papel parafilm		Papel encerado	

Nota. Se establece una serie instrumentación de papel para Biocal. Tomado de : Univerdidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» DCSBA, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010

4.3 Infraestructura Mesones

Para los mesones se dispone dos tipos de materiales, cerámica técnica y resina fenólica:

4.3.1 Cerámica técnica

La mayoría resistencia a casi todos los productos químicos utilizados en un laboratorio , resiste ralladura y a la abrasión, no es inflamable y es 100% reciclable [31].

En el mercado tiene una larga existencia, maneja una amplia referencia a nivel mundial especificaciones técnicas se basan en las normas vigentes ISO, EN o DIN. Cuenta con una máxima seguridad ya que sus materiales son más duros y resistentes que pueden implementarse en un laboratorio y sus materias primas son de muy alta calidad [31].

En cuanto su estética y bienestar cuenta con una máxima resistencia a todo tipo de químicos agresivos, ácidos y bases, alcanza a soportar temperaturas de 900°C y en cuanto abrasión cuenta con una dureza superior a compactos y granitos , es esmaltada sellada completamente en cerámica facilitando su limpieza y mantenimiento durante varios años [31].

4.3.2 Resina fenólica

Es la mejor en su clase, combina las mejores cualidades intrínsecas; maneja una resistencia extrema a los productos químicos más agresivos, con una fortaleza natural y gran durabilidad, es una superficie de fácil limpieza y además abre la puerta a nuevas posibilidades de diseño [31].

Es ideal para todo tipo de laboratorios, centros de investigación, laboratorios de bioquímica, farmacéuticos y laboratorios de hospitales , salas de cirugía, laboratorios escolares, cocinas y por último en la industria alimentaria. Esta nos permite una limpieza y protección absoluta, en comparación con otras superficies no se ve tan afectado por contacto a sustancias agresivas, ni siquiera en concentraciones más elevadas [31].

Gracias a su tecnología patentada, se ha creado a partir de materias primas probadas y certificaciones, comprimido a altas temperaturas y presiones, como resultado es un panel homogéneo , decorativo y altamente resistente, ya por su característica de ser completamente uniforme es resistente a la humedad [31].

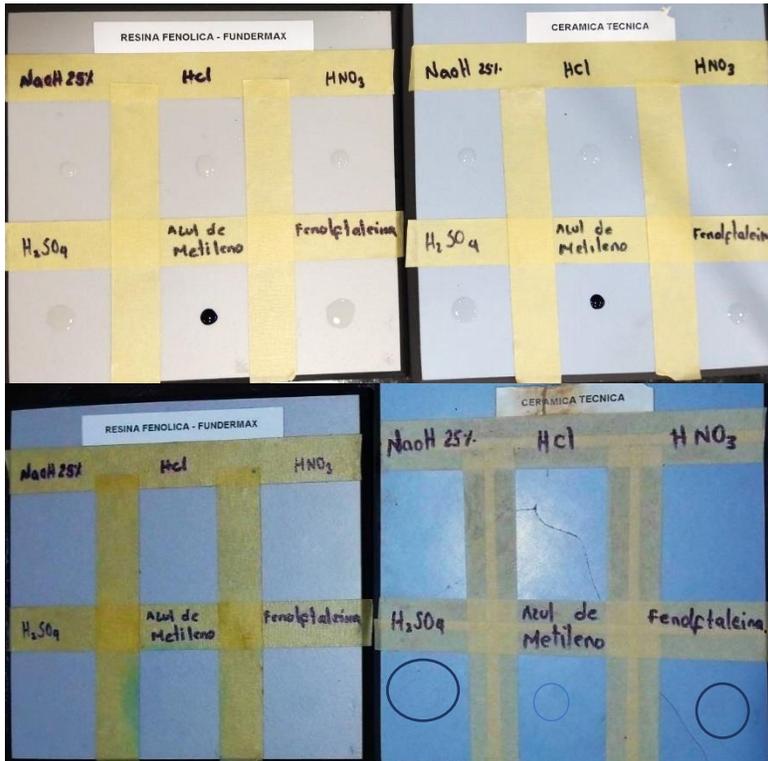
Es altamente antimicrobiano, al tener un acabado no poroso, su capacidad de desinfectarse fácilmente y no fomenta la proliferación de bacterias. Este permitirá remover hasta el 99,99% de los gérmenes que pueda haber [31].

4.3.3 Prueba de resistencia agentes químicos y comparación de Cerámica técnica VS Resina Fenólica

Esta prueba se realizó en el laboratorio de la universidad de América donde, se sometieron dos plaquetas una de cerámica técnica y otra resina fenólica obtuvimos los siguientes resultados.

Figura 26.

Resistencia química Resina fenólica Vs cerámica técnica



Nota. Práctica realizada en el laboratorio de la Universidad de América, con el resultado mostrado baja resistencia por parte de la cerámica técnica a H_2SO_4 , Azul de metileno y Fenolftaleína.

Tabla 42.

Prueba de resistencia a sustancias químicas

Prueba de resistencia a sustancias químicas		
Sustancia	Cerámica Técnica	Resina Fenólica
	Si / No	Si / No
NaOH 25 %	No	No
HCl 38%	No	No
HNO3 68%	No	No
H2SO4 70%	Si	No
Azul de Metileno	Si	No
Fenolftaleína	Si	No

Nota. Se utilizaron varias sustancias como ácidos, bases y colorantes para ver su resistencia.

Tabla 43.

Comparación de características de los materiales

Comparación de materiales MESONES		
Concepto	Cerámica Técnica	Resina Fenólica
Resistencia a productos químicos	Medio aceptable	Aceptable
Resistencia a rayanes	Medio aceptable	Aceptable
Resistencia a impactos	Medio aceptable	Aceptable
Resistencia a la abrasión	Aceptable	Aceptable
Antimicrobiano	Medio aceptable	Aceptable
Facilidad de instalar	No aceptable	Aceptable
Durabilidad	Aceptable	Aceptable
Resistencia al calor	Medio aceptable	Aceptable
Resistencia de cambios de temperatura	Aceptable	Medio aceptable
Mantenimiento	Aceptable	Aceptable
Seguridad	Aceptable	Aceptable
Limpieza	Aceptable	Aceptable
Inflamabilidad	Aceptable	Aceptable

Aceptable
Medio aceptable
No aceptable

Nota. Se realiza una comparación teniendo en cuenta características, para su bien manejo y soporte.

A partir de la información anterior, y de las pruebas realizadas en laboratorio a estos dos tipos de materiales para la mesas o mesones de laboratorio, establecemos que , la mejor opción de material a trabajar para Biocal es la resina fenólica, ya que sus características, tales como ser resistente a agentes químicos y biológicos, nos permite terminar la severidad de este material, de igual manera nos asegura una vida útil de varios años, gracias a su tecnología y facilidad de limpieza, es la ideal para Biocal.

4.4 Infraestructura Pisos y paredes

Los pisos son de los temas más importantes al momento de hablar en un diseño, ya que estos requieren una alta atención, puesto que estos son de uso constantes y donde soportan la mayoría de peso, al transcurso de las horas de día, de igual manera, las paredes ya están son las que soportan, salpicaduras y rayones [58].

Algunas características importantes para considerar en cuanto a pisos y paredes son:

- Los pisos y paredes deben ser completamente nuevos para Biocal, esto aplica ya que este era un edificio que anteriormente se dedicaba a otros usos. [58]
- Los pisos y paredes considerados para Biocal deben ser recubrimientos de una sola pieza, sin añadiduras, uniones, ensambles, etc. Ya que debemos tener en cuenta que cualquier tipo de hendidura es ideal para que se acumulen o se filtren sustancias peligrosas [58].
- Los pisos y paredes no deben ser permeables para Biocal. Se recomienda que se trate de pisos y paredes que impidan filtraciones hacia otras partes de Biocal, sobre todo en caso de derrames, filtraciones, fugas, etc. [58].

4.4.1 Materiales recomendables para pisos y paredes de Biocal

- Pisos y paredes de vinilo termosellados. Además de ser muy durables y resistentes al tráfico son retardantes al fuego, resistentes a químicos, estables a cambios de temperatura [58].
- Pisos y paredes con recubrimiento de pintura Epóxica, ya que ofrece alta resistencia, trabajo pesado, resistencia a los químicos, cero filtraciones [58].
- Pisos de PVC y paredes pintura sanitaria. Son fáciles de limpiar, durables, resistentes al tráfico, no requieren de mantenimiento especial y son fáciles de instalar. Además, ofrecen diferentes colores y acabados, y son muy económicos [58].
- Cerámica vidriada: Es una cerámica que se obtiene cuando la terracota (base de toda cerámica) se vitrifica, es decir, se cubre de un esmalte producido a partir de un barniz a base de plomo u otras sustancias, también llamado frita o amazacoto [58].

4.4.2 Características que deben cumplir los pisos y las paredes de Biocal

1. El material debe cubrir perfectamente de pared a pared en toda la extensión del área de Biocal [59].
2. Se recomienda ampliamente que cada uno los bordes de Biocal, siempre se protejan con molduras [59].
3. Los materiales para los pisos y paredes de Biocal, deben ser resistentes a líquidos, abrasivos, corrosivos, etc., tanto en las áreas de trabajo como en aquellas destinadas a almacenamiento de materiales [59].
4. Tanto como los pisos y paredes de Biocal, deben ser fáciles de limpiar, antiderrapantes en lo posible [58].

5. Existen diferentes tipos, texturas y colores para Biocal, para lograr acabados no solamente funcionales y seguros sino también estéticos [59].
6. Debe contar con un buen material o recubrimiento para Biocal, ya que generalmente se aplican a todo tipo de laboratorios biológicos por sus características de costo, mantenimiento, durabilidad, etc. [59].

4.4.3 Prueba de resistencia agentes químicos

Se realiza una comparación de varias sustancias para ver la resistividad a las sustancias químicas, tener en cuenta cuál de estas se adapta y cumple con las necesidades de Biocal.

Tabla 44.

Resistencia de agentes químicos

Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos para pisos y paredes				
Agente químico	PVC 67%	Cerámica vidriada	Terrazo	Pintura epoxica
Acetona. Éter				
Disolventes organoclorados				
Agua				
Alcoholes				
Ácidos fuertes				
Bases fuertes				
Agua oxigenada 10%				
Aceites				
Facilidad de contaminación				

Nota. Comparación de bases, ácidos fuertes alcoholes entre otros.

Se sugiere un revestimiento de pintura epoxica tanto para paredes y pisos, ya que sus características cumplen las necesidades de Biocal, permitiendo ser resistentes tanto a sustancias químicas, como agentes biológicos, de igual forma se resiste golpes y rayones, como flujo pesado constaté, donde tenemos que la pintura epoxica es:

4.4.4 Pintura epoxica

Es un recubrimiento de dos o tres componentes fabricados a base de polímero denominados resina epoxica o polímero epoxica, de alta calidad y un gran endurecedor, es resistente e ideal para proteger una gran variedad de superficies expuestas a concreto, esta es funcional tanto para

paredes como para pisos , tiene altamente resistente a sustancias químicas y agentes biológicos [58]. Permitiéndole a Biocal ser resistentes a flujo pesado constante dentro de él.

4.5 Los lavabos

En el caso de los lavabos, también conocidos como tarjas, lavaderos, lavabos, etc., deben ofrecer características especiales tanto en sus materiales como en su funcionamiento.

Deben estar en cada área de trabajo y ser de fácil y rápido acceso para el personal, teniendo en cuenta factores como el hecho de que la exposición a elementos dañinos o infecciosos y su transmisión de las manos a la boca se da con suma facilidad [58].

Por regla general el personal de trabajo siempre lavar sus manos al salir y entrar de Biocal. Esta simple cuestión es motivo suficiente para que los puntos estratégicos de los lavabos se encuentren cerca de la salida y entrada de Biocal, sin embargo, aun cuando no se trate de laboratorios específicamente, donde se maneje material biológico o radiactivo se debe realizar esta práctica [58].

El diseño de los lavabos de Biocal es muy particular ya que debe ser de material resistente a todo tipo de sustancias, y al uso intensivo por lo que se plantean que sean de aceros inoxidable altamente resistentes. Además, deben ofrecer protección contra salpicaduras o derrames y proteger el desagüe contra los vapores o gases del área de laboratorio [59].

Un detalle sumamente relevante es que las llaves del agua deben ser fácilmente controlables ya sea con los codos, los antebrazos, las rodillas o los pies, de manera que las manos posiblemente contaminadas del personal no hagan contacto en ningún momento [59].

Otro punto importante es que jamás deben colocarse por encima de los lavabos, ningún tipo de repisas o gabinetes para almacenar productos químicos, ni de uso ni de desecho [59].

4.6 Almacenamiento de sustancias y/o desechos

En Biocal, existirán diversos materiales y/o sustancias de manejo y almacenamiento peligroso. Por eso se debe tener presente que durante su almacenamiento hay ciertas sustancias que generan gases, vapores etc. Y esto no puede ser ignorado en el momento del diseño de Biocal. [59].

Por eso importante que Biocal maneje una caracterización de las sustancias y sus estados ya que, si llegan a mezclarse sustancias no compatibles, pueden generar algún tipo de peligro, por su reacción química, tal fuego, explosión, gases altamente tóxicos. Esto aplicado tanto para sustancias buenas como para desechos que se manejen dentro de Biocal [59].

"Al momento de diseñar los espacios debe considerarse también como una prioridad el proceso de disposición de todo el material de desecho para evitar cualquier tipo de contingencia" [59].

Para Biocal, los derechos generados se deben almacenar en áreas totalmente diferentes por eso estos desechos serán entregados directamente a RESPEL, para que le dé la disposición de los diferentes subgrupos de desechos que se pueden generar, de igual manera se contara con un cuarto de almacenamiento, que se dispone por el CEPIIS [59].

4.7 Mobiliario

En cuanto al mobiliario de las diferentes áreas de Biocal, se dispone que debe ser de diseños prácticos o sencillos y materiales de gran resistencia al uso, sobre todo en lo que se refiere a las áreas de trabajo constante y almacenamiento [59].

Es fundamental asegurar que todos los elementos dentro de Biocal se encuentren firmes y bien sujetos, ya que el trabajo dentro de Biocal va a ser cotidiano [59].

4.7.1 Características de las superficies de trabajo y otros muebles para Biocal

Se mencionará algunas características, que no se han tocado anteriormente y las cuales se deben tener muy en cuenta para el diseño de Biocal, el cual nos permite acoger todas las áreas del diseño de Biocal [59].

1. Se recomienda que se establezca un perímetro de rebote en Biocal para evitar cualquier accidente de derrames, de cualquier tipo de sustancia. [59]
2. Dentro los materiales metálicos se recomiendan trabajar con acero inoxidable de alta calidad y resistencia [59].

4.8 Cuarto oscuro (espectro métrico)

Este cuarto será uno de los cuartos especiales para Biocal, donde este debe contar una línea de electricidad y una circulación de agua para los líquidos, debe estar protegido contra radiaciones externas, como luz o rayos x, sugiriendo que este bridado con láminas de plomo en paredes, techos y suelo [60].

Estos cuartos por los generales deben contar con dos zonas:

1. Zona Seca: Esta es zona es donde no hay ningún tipo de líquido, cualquier tipo de producto químico debe estar alejado del lugar [60].
2. Zona húmeda: El lugar se realizan todo el procedimiento químico o biológico necesitados [60].

Donde se deben cumplir una serie de características

4.8.1 Características de un cuarto oscuro

- La temperatura recomendada para estos lugares es de 20°C , con una tolerancia de más o menos de 2°C, sin embargo, ya que la temperatura tolerada por agentes biológicos se dispone entre los 14 °C y los 18 °C y el uso de este cuarto es para realizar prácticas especiales en ellos y otras sustancias se dispones que la temperatura se manejara la ambiente de Biocal para ello se tener un termómetro dentro del cuarto [60].
- Manejo estricto de la presencia de polvo en cuarto [60].
- La circulación del aire debe ser capaz de renovarse varias veces en una hora renovando el volumen total del aire [60].
- La humedad del lugar debe estar alrededor del 30% al 50%, minimizando las partículas. [60].
- La entrada y salida del lugar debe contar con un estricto sistema totalmente hermético al paso de luz y radiaciones externas [60].
- Debe contar con una luz blanca con un interruptor fuera del alcance normal para evitar cualquier tipo de accidente [60].

- Debe contar con una luz roja de seguridad a 1m o 1,5 m de distancia de la zona de trabajo. [60].

4.8.2 Precauciones en el cuarto oscuro

- Sistema de ventilación, debe contar con filtro de aire de entrada, y fáciles de ser cambiados como lo recomiende el fabricante [60].
- Eliminar artículos que puedan contribuir algún tipo de polvo, fibra o partícula dentro del cuarto [60].
- Se recomienda el uso de la ropa libre de pelusa o ponerse batas de laboratorio encima de la ropa, es decir utilizar las EPP [60].

4.8.3 Luz de Seguridad

Se utiliza una luz de emisión roja, que permite tener un área totalmente oscura, la iluminación de este tipo de cuartos debe contar con una luz roja de seguridad y una normal. La lámpara de seguridad debe encontrarse a una distancia entre 1m a 1,5m de la zona de trabajo permitiendo la iluminación del lugar, por último, la potencia recomendada de para estas lámparas será de 25 voltios [60].

4.9 Cuarto de micro balanzas y cuarto de prácticas con agentes biológicos

4.9.1 Micro balanzas

- **Preconizaciones:** Desplazamiento ideal de una balanza de laboratorio, la precisión y la reproducibilidad de los resultados de pesaje están estrechamente relacionadas con la ubicación de la balanza. Tenga en cuenta los siguientes puntos para que usted pueda trabajar con su balanza en las mejores condiciones [61].
- **La mesa de pesaje:** Sólida, como los mesones del Biocal : Su mesa de pesaje no debe doblarse durante su uso y, si es posible, no transmitir vibraciones para eso se sugiere la mesa anti vibratoria para los 3 cuartos especiales [61].
- **Fijación única:** La mesa de pesaje debe estar en el suelo o fijada en una pared. Ambos tipos de fijación transmiten simultáneamente vibraciones de la pared y del suelo [61].

- **Reservada sólo para pesar:** La ubicación y la mesa de pesaje deben tener una estabilidad tal que la indicación de la balanza no cambia cuando se apoya sobre la mesa o que se coloca en la estación de pesaje [61].
- **Renuncia a superficies blandas,** por ejemplo, el papel secante. En cuanto a la colocación de la balanza, prefieren la ubicación directamente por encima de los pies de la mesa, ya que es en este punto que aparecen vibraciones más débiles [61].

4.9.2 *No expuesta a corrientes de aire*

Se debe colocar la mesa de pesaje en el rincón del cuarto. El acceso a cuarto se sugiere una puerta que no involucre mucha exposición a la luz y produzca vibraciones y para reducir la influencia del movimiento de la puerta [61].

4.9.3 *La temperatura*

Si es posible, se debe mantener la temperatura ambiente constante, los resultados de pesaje dependen de la temperatura No pesar cerca de radiadores o ventanas [61].

4.9.4 *La humedad*

La humedad relativa está situada entre el 45 y el 60%. En ningún caso, la humedad relativa debe estar fuera del rango de medición de 20 a 80% de humedad relativa. Una vigilancia permanente se recomienda para las micro balanzas y semi micro balanzas [61].

4.9.5 *La luz*

Coloque la balanza, si es posible, contra una pared sin ventanas. La radiación directa del sol (calor) influye en el resultado del pesaje. Coloque la balanza con una distancia suficiente conforme a las fuentes de calor en fin de evitar la radiación térmica [61].

4.9.6 *El Aire*

No coloque la balanza en el flujo de las instalaciones del sistema de ventilación o los componentes con ventiladores como computadoras u otros equipos de laboratorio. Coloque la balanza con una distancia suficiente de los radiadores. Además de la posible variación de la

temperatura, las altas corrientes de aire pueden aparecer y provocar disturbios. No coloque la balanza al lado de una puerta. Evite los lugares en donde hay mucho movimiento de personas las personas suelen causar una corriente de aire en el lugar de pesaje [61].

4.10 Dimensionamiento

Tabla 45.

Tabla de dimensionamiento de Biocal

AREA DE BIOCAL	DIMENSIONAMIENTO (m)
Zona externa de Biocal	10,34 m x 5,14 m
Zona interna de Biocal	9,90m x 4,50 m
Zona 1 de trabajo de Biocal	2,26 m
Zona 2 de trabajo de Biocal	4,95 m
Zona 3 de trabajo de Biocal	4,30
Cuarto especial 1	1m x 1m
Cuarto especial 2	1m x 1m
Cuarto especial 3	1 m x 1m
Entrada (Puerta)	1,09 m
Salida (Puerta)	1.9m

Nota: Se encuentran las dimensiones más importantes, para tener en cuenta, en el diseño de Biocal

La esquematización de Biocal se observará en el **Anexo 4**, allí se encontrará la distribución del lugar, al igual que unas imágenes de cómo se vería desde un punto más realista, para esto estarán los **Anexos 5, Anexo 6, Anexo 7, Anexo 8**.

4.11 Directrices para la puesta en servicio de laboratorios e instalaciones

Para la puesta en marcha de Biocal debe contar con las siguientes directrices [13].

1. Sistemas de ventilación (suministro y extracción) y si es posible contar un sistema de aire acondicionado [13].
2. Sistemas de filtración HEPA o un equivalente de este [13].
3. Sistemas de descontaminación por filtros HEPA o para los equivalentes a este [13].
4. Controles de los sistemas de ventilación [13].
5. Sistema de refrigeración del laboratorio [13].
6. Sistemas de detección, alarma y extinción de incendios [13].
7. Sistemas de agua [13].
8. Sistemas de tratamiento y neutralización de efluentes líquidos [13].
9. Sistemas de fontanería y desagües [13].

- 10.** Sistemas de descontaminación química [13].
- 11.** Sistemas de aire para servicios e instrumentos [13].
- 12.** Sistemas de energía ordinarios [13].
- 13.** Sistemas de energía de emergencia [13].
- 14.** Sistemas de energía interrumpibles [13].
- 15.** Sistemas de alumbrado de emergencia [13].
- 16.** Juntas aislantes de los elementos de alumbrado [13].
- 17.** Verificación de la integridad estructural: suelos, paredes y techos [13].
- 18.** CSB o Cabina de flujo laminar horizontal [13].
- 19.** Autoclaves [13].
- 20.** Sistema de detección de agua [13].
- 21.** Gestión de desechos (RESPEL) [13].

5. GUÍA BÁSICA PARA LAS TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE BIOCAL

Dentro este tipo de Biocal es importante tener en cuenta una serie de técnicas, y buenas prácticas para llevar a cabo, los trabajos necesarios; teniendo presente unos parámetros que ayudaran a determinar las reglas de trabajos con agentes biológicos y químicos dictaminados por la Organización Mundial de Salud, el cual es la base principal de esta guía suministrando la información necesaria para el manejo de este establecimiento y las normas que deben cumplirse dentro y fuera de este recinto.

5.1 Equipos de seguridad o barreras primarias para Biocal

Biocal deberá tener empleado la cabina de bioseguridad o el equipo de seguridad que este caso es una cabina de flujo laminar horizontal, cumpliendo las necesidades que va a manejar Biocal, este equipo deberá ser utilizado, cuando se llegue a trabajar alguna de las siguientes actividades:

1. Al tipo de actividad que produzca aerosoles infecciosos o cualquier tipo de salpicadura; dentro de la practicas, donde se deben manejar tenemos centrifugación, homogeneización, trituración de muestras de agentes biológicos, mezclado, apertura de contenedores de algún material infeccioso [62].
2. La manipulación de altas concentraciones o volúmenes de agentes biológicos o químicos peligrosos o tóxicos dentro de Biocal, los cuales deben ser debidamente manejados en envases cerrados, en caso de ser abiertos deben abrirse en la cabina de flujo laminar horizontal [62].
3. Sera obligatorio para los trabajadores, estudiante o personal que este Biocal, la protección facial, en la utilización del equipo para evitar cualquier tipo de riesgo [13].
4. Dentro de Biocal y en el manejo de este equipo, se deberá utilizar bata, gorro y tapabocas, este equipo de protección personal deberá ser retirado cada vez que se deje el espacio de trabajo para desplazarse a otras áreas que se encuentren en Biocal [13].

5.2 Equipos de seguridad o barreras secundarias para Biocal

1. Biocal contará con tomas de agua, con sus correspondientes puntos de lavabos donde el personal de trabajo, estudiante e investigador dispondrá para ser su lavado de manos de manera periódica [62].

2. El diseño de Biocal, se realizó de la manera más funcional posible, con el fin de facilitar la limpieza de este y que se pueda realizar de manera periódica. Debido a los derrames o material biológicos que se puedan presentar [62].
3. Los muebles de Biocal son resistentes para soportar el equipo que se coloque en ellos. Los espacios entre las mesas, gabinetes y equipos se diseñaron de manera accesibles para su limpieza. Las sillas y demás mobiliario usado en el trabajo del laboratorio deben estar cubiertos con material de fácil descontaminación [62].
4. Los gabinetes de seguridad biológica deben colocarse en Biocal de tal manera que el flujo de aire del laboratorio no interfiera con la correcta operación del gabinete y opere fuera de sus parámetros de contención. Ubicar los gabinetes lejos de puertas, de ventanas que se abran, de áreas de tránsito intenso en el laboratorio y de otro equipo que impida mantener los parámetros de contención del gabinete [13].
5. Los mesones y áreas de trabajo de Biocal son impermeables al aguas y resistentes a los químicos y un poco de calor moderado permitiendo llevar las practicas sin ningún problema y afectación [13].
6. El mobiliario de Biocal, se escogió lo más sencillo posible, y dentro de su diseño de espacio se evitó espacios inaccesibles, con el fin de facilitar su orden y limpieza [62].
7. Biocal cuenta con ventanas, con su respectiva protección para evitar la contaminación externa [62].
8. Biocal contara con una autoclave de fácil uso para la desinfección química y biológica, de igual manera para generación de vapor. [62].
9. Biocal cuenta con un equipo de lavado rápido de ojos, este se encontrará accesible y podrá ser utilizado siempre y cuando sea necesario [62].

5.3 Protocolo de trabajo seguro en Biocal

Biocal debe manejar de manera continua sin excepciones los siguientes protocolos:

1. En la puerta de entra de Biocal debe llevar obligatoriamente un rótulo, el cual debe ir debidamente lleno, con los datos solicitado por el, ya que se si no se cumple esto será causal de algún tipo multa, véase en **Anexo 2** [13].

2. El acceso a Biocal estará limitado al personal autorizado cuando se halle en experimentos o algún tipo de prácticas [13].
3. Cualquier superficie de Biocal donde se trabaje debe ser descontaminada por lo menos una vez al día y después del cualquier material infeccioso [13].
4. Se prohíbe la manipulación de los instrumentos de Biocal con la boca, debido a que se puede presentar una ingestión de la sustancia y causar algún efecto nocivo sobre la salud [13].
5. Antes de salir o entrar de Biocal, el personal que haya o vaya a manejar el material de seguridad debe realizar su respectivo lavado de manos [13].
6. Según los agentes biológicos que se manejan se requiere que los empleados como seguridad adicional se encuentren (vacunados), es decir que cuenten con el PAI [13].
7. Biocal debe permanecer con puertas y ventanas cerradas para llevar un procedimiento de manera segura [13].
8. Todas las actividades que involucre la manipulación de material biológico directo se realizarán en cabinas de bioseguridad o cuartos especiales [13].
9. Las superficies de trabajo de las cabinas, cuartos y equipos de seguridad se deben descontaminar una vez terminado el trabajo con el material biológico [13].
10. Solo el personal autorizado podrá tener acceso a Biocal, por otro lado, la personas con alto riesgo de contraer algún tipo de infección o que puedan ser peligroso para ellas tienen prohibida la entrada; la entrada debe contar con su seguridad adecuada [13].
11. Se debe contar con un espacio específico para vestuario, donde se realizará el cambio de ropa para el interior y exterior de Biocal [13].
12. Biocal cuenta con una guía en donde se identifican los riesgos conocidos y potenciales, se especifican las prácticas y los procedimientos encaminados a la eliminación o reducción al mínimo de dichos riesgos, esta guía debe ser leída por los estudiantes y el personal de trabajo [13].
13. No se permitirá el acceso de niños en ninguna de las zonas de trabajo del Biocal [13].
14. Siempre se debe tener guantes dentro de Biocal. Por otro lado, después de cada procedimiento los guantes se retiran de forma aséptica y se procede al lavado de manos y nuevamente a colocar guantes [13].
15. A la hora de quitarse unos guantes contaminados hay que evitar siempre el contacto de la parte externa del guante con la piel [13].

16. Todos los materiales, muestras y cultivos contaminados, trabajos en Biocal, deberán ser descontaminar antes de su eliminación o la esterilización para su reutilización de los instrumentos de vidrio como cajas de Petri, tubos ensayos, entre otros [13].
17. La presentación personal de los estudiantes, docentes, investigadores y trabajadores de Biocal debe ser impecable; vestimenta adecuada, batas limpias y planchadas, manos limpias con uñas cortas y todos los implementos de seguridad [13].
18. Una vez finalizada la practica o actividad, procedimiento en Biocal se debe proceder con la higiene de este [13].
19. La separación de los residuos biológicos desde la fuente de generación en Biocal se debe realizar según la clasificación establecida por RESPEL del CEPIIS [13].
20. Dentro de Biocal no se podrá utilizar o sacar el celular, escribir si no es necesario, etc. Esto se podrá realizar fuera de Biocal haciendo un cambio de guantes previamente, esto evitará la contaminación se extienda [13].

5.4 Técnicas de Biocal

5.4.1 Manipulación de muestras biológicas

La manipulación de las muestras biológicas por parte de los trabajadores de Biocal, se realiza con prudencia para eso debe:

1. Deben adaptarse preocupaciones normalizadas
2. Emplear protecciones de barrera (aguante, batas, protección ocular) cada vez que se realicen procedimientos con muestras biológicas.
3. Las prácticas y los procedimientos básicos de contenido del nivel bioseguridad 2 deben manejar requisitos mínimos para la manipulación de estas muestras dentro de Biocal [13] .

Prácticas como:

5.5 Técnicas biológicas apropiadas para Biocal

5.5.1 Manejo de recipientes para muestras

Los recipientes para muestras biológicas o químicas pueden ser de vidrio o, preferiblemente, de plástico. Deben ser fuertes y no permitir fugas, siempre se debe asegura que la tapa o el tapón

estén correctamente colocados. En el exterior del recipiente no debe quedar ningún material. Los recipientes deben estar correctamente rotulados para facilitar su identificación [13].

5.5.2 *Transporte de muestras dentro de Biocal*

Para evitar fugas o derrames accidentales, deben utilizarse envases secundarios (por ejemplo, cajas) equipados con gradillas, de modo que los recipientes que contienen las muestras se mantengan en posición vertical [13].

Los envases secundarios pueden ser de metal o de plástico, pero deben poderse tratar en autoclave o ser resistentes a la acción de los desinfectantes químicos; de preferencia, el cierre debe tener una junta que garantice la estanqueidad. Deberán descontaminarse periódicamente [13].

5.5.3 *Apertura de los envases en Biocal*

El personal que recibe y desempaqueta las muestras debe conocer los riesgos para la salud que entraña su actividad y debe estar capacitado para adoptar precauciones normalizadas, particularmente cuando manipule recipientes rotos o con fugas. Los recipientes primarios de las muestras deben abrirse en una CSB o equipos de seguridad equivalentes que se encuentran en Biocal. dispondrá de desinfectantes [13].

5.5.4 *Uso de pipetas y dispositivos de pipeteo*

1. Debe utilizarse siempre un dispositivo de pipeteo, este instrumento se encuentra en las instalaciones Biocal. El pipeteo con la boca estará prohibido [13].
2. Todas las pipetas que se encuentren en Biocal, tendrán tapones de algodón para reducir la contaminación de los dispositivos de pipeteo [13].
3. Nunca se insuflará aire en un líquido que contenga agentes infecciosos [13].
4. No debe mezclarse el material infeccioso, aspirando, ni soplando alternativamente a través de una pipeta [13].
5. Son preferibles las pipetas aforadas con una muesca superior y otra inferior, ya que no exigen la expulsión de la última gota. [13].

6. Las pipetas contaminadas deben sumergirse completamente en un desinfectante adecuado contenido en un recipiente irrompible y permanecer en él durante un tiempo suficiente antes de tirarlas. [13].
7. Debe colocarse un recipiente para las pipetas usadas dentro y no fuera de la CSB o la cabina de flujo laminar horizontal. [13].
8. Para evitar la dispersión del material infeccioso que caiga accidentalmente de una pipeta, se recubrió la superficie de trabajo con material absorbente, que se desechará como residuo infeccioso una vez utilizado [13].

5.6 Técnicas para evitar la dispersión de material biológicos

1. Al secar muestras biológicas sensibles debe procederse con cuidado para evitar la creación de aerosoles [13].
2. Las muestras y los cultivos desechados destinados a la autoclave o a la eliminación se colocarán en recipientes impermeables, como las bolsas de desechos de Biocal, la parte superior se cerrará por ejemplo con cinta de autoclave antes de tirarlas a los recipientes para desechos [13].
3. Las zonas de trabajo de Biocal se descontaminan con un desinfectante apropiado después de cada periodo de trabajo [13].

5.7 Técnicas para evitar la ingestión de material infeccioso y su contacto con la piel y los ojos

1. Las partículas y gotículas de mayor tamaño (>5 mm) que se desprenden durante las manipulaciones microbiológicas se depositan rápidamente en la superficie de las mesas y en las manos del trabajador. Este llevará guantes desechables. Los trabajadores, estudiante o personal que se encuentre en el laboratorio evitarán tocarse la boca, los ojos y el rostro [13].
2. Dentro de Biocal no se deben conservar ni consumir alimentos o bebidas [13].
3. En Biocal no se colocarán objetos en la boca tales como: lápices, goma de mascar, etc. [13].
4. En Biocal no se aplicarán ningún tipo cosméticos es decir labiales, cascara de pestañas, polvos etc. [13].

5. La cara, los ojos y la boca deben estar protegidos con una pantalla o de algún otro modo durante cualquier operación que pueda provocar salpicaduras de material potencialmente infeccioso [13].

5.8 Uso de equipos específicos de Biocal

5.8.1 Uso de las cabinas de seguridad biológica o cabinas de flujo laminar horizontal

1. Debe explicarse a todos los posibles usuarios el modo de empleo y las limitaciones de estas cabinas, tomando como referencia las normas nacionales y las publicaciones pertinentes. El personal recibirá protocolos escritos o manuales de seguridad o de operación. En particular, ha de quedar claro que la cámara no protege al trabajador de derrames, roturas o técnicas incorrectas [13].
2. La cabina no debe utilizarse si no funciona correctamente [13].
3. La ventana de vidrio transparente no debe abrirse mientras se está utilizando la cabina [13].
4. Los aparatos y materiales introducidos en la cabina deben reducirse al mínimo y no deben bloquear la circulación del aire en la cabina de distribución trasera [13].
5. No deben utilizarse mecheros de Bunsen en el interior de la cabina, ya que el calor producido perturbará el flujo de aire y puede dañar los filtros [13].
6. Todo el trabajo debe hacerse en la zona media o posterior de la superficie de trabajo y ser visible a través de la ventana [13] .
7. El paso de personas por detrás del trabajador que se encuentra en la cabina debe reducirse al mínimo [13].
8. El trabajador no debe alterar el flujo de aire al sacar y volver a introducir repetidas veces los brazos [13] .
9. Las rejillas de aire no deben estar bloqueadas con papeles, pipetas u otros materiales, pues con ello se perturba el flujo de aire y puede provocar la contaminación del material y la exposición del trabajador [13] .
10. La superficie de la cabina de flujo laminar horizontal deberá limpiarse con un paño empapado con un desinfectante apropiado una vez terminado el trabajo y al final del día en Biocal [13] .

11. El ventilador de la cabina que se encuentre Biocal se encenderá al menos 5 minutos antes de empezar el trabajo y debe seguir funcionando al menos durante 5 minutos después de concluido el trabajo [13].
12. Nunca se introducirán papeles en las Cabina de flujo laminar horizontal [13].

5.8.2 Uso de las centrifugadoras

1. El funcionamiento mecánico satisfactorio es un requisito de la seguridad microbiológica del empleo de centrifugadoras en Biocal [13].
2. Las centrifugadoras se utilizarán según las instrucciones del fabricante [13].
3. Las centrifugadoras deben colocarse a una altura tal que los trabajadores puedan ver la cubeta para colocar correctamente los soportes y los cestillos [13].
4. Los tubos de la centrifugadora y los recipientes de muestras destinados al uso en la centrifugadora deben estar fabricados de vidrio grueso o, preferiblemente, de plástico, y deben inspeccionarse para detectar defectos antes de usarlos [13].
5. Los tubos y los recipientes para muestras deben estar siempre bien cerrados (con tapón de rosca si es posible) para la centrifugación [13].
6. Los cestillos deben cargarse, equilibrarse, cerrarse y abrirse en una CSB [13].
7. Los cestillos y los soportes se deben emparejar por el peso y equilibrar correctamente con los tubos en su sitio [13].
8. El espacio que debe dejarse entre el nivel del líquido y el borde de cada tubo de centrifugación debe ser especificado en las instrucciones del fabricante [13].
9. Para equilibrar los cestillos vacíos se empleará agua destilada o alcohol (propanol al 70%) [13].
10. Cuando se utilicen rotores de cabeza angular, debe velarse por que el tubo no esté excesivamente cargado, ya que puede haber fugas del líquido [13].
11. El interior de la cubeta de la centrifugadora se inspeccionará a diario para observar si existen manchas o suciedad en el rotor. Si éstas son manifiestas, se deben examinar de nuevo los protocolos de centrifugación [13].
12. Los rotores y los cestillos de la centrifugadora deben observarse diariamente para detectar signos de corrosión y grietas. [13].

13. Los cestillos, los rotores y la cubeta de la centrifugadora deben descontaminarse después de cada uso [13].
14. Después del uso, los cestillos se depositarán en posición invertida a fin de vaciar el líquido utilizado para equilibrar [13].
15. Al utilizar centrifugadoras pueden expulsarse partículas infecciosas transportadas por el aire. Esas partículas salen despedidas a una velocidad demasiado alta para que las retenga el flujo de aire de la cámara si la centrifugadora está funcionando en una CSB tradicional con abertura frontal de las clases I y II. Si se colocan las centrifugadoras en CSB de clase III se evita que los aerosoles emitidos se dispersen ampliamente. No obstante, el empleo de una buena técnica de centrifugación y de tubos tapados correctamente ofrece protección suficiente contra los aerosoles infecciosos y la dispersión de partículas [13].

5.8.3 Uso de homogeneizadores, agitadores, mezcladores y desintegradores ultrasónicos

1. No deben utilizarse homogeneizadores domésticos (de cocina) en Biocal, pues pueden tener fugas o desprender aerosoles. Los mezcladores y homogeneizadores de Biocal de tipo Stomacher son más seguros [13].
2. Los tapones y los recipientes o frascos deben estar en buenas condiciones, sin deformaciones ni fisuras. los tapones deben ajustar bien y las juntas deben estar en buen estado [13].
3. Durante el funcionamiento de los homogeneizadores, agitadores y desintegradores ultrasónicos se produce un aumento de la presión dentro del recipiente, con lo que pueden desprenderse entre la tapa y el recipiente aerosoles con materiales infecciosos. Se recomiendan los recipientes de plástico, en particular de politetrafluoroetileno (PTFE), porque el vidrio puede romperse y liberar material infeccioso, e incluso herir al trabajador [13].
4. Durante su utilización, hay que recubrir los aparatos con una funda fuerte de plástico transparente, que se desinfectará una vez usada. Siempre que sea posible, estos aparatos, con su funda de plástico, se utilizarán dentro de una CSB [13].
5. Una vez terminada la operación, el recipiente se abrirá en una CSB [13].
6. Las personas que utilicen desintegradores ultrasónicos deben llevar protección auditiva [13].

5.8.4 *Mantenimiento y uso de refrigeradores y congeladores*

1. Los refrigeradores, congeladores y recipientes de nieve carbónica deben descongelarse y limpiarse periódicamente; se eliminarán todos los tubos, ampollas y otros objetos que se hayan roto durante el almacenamiento [13] .Durante la limpieza se debe utilizar protección facial y guantes de goma gruesa. "Después de la limpieza se desinfectarán las superficies interiores de la cámara" [56].
2. Todos los recipientes almacenados en refrigeradores y congeladores deben llevar etiquetas bien claras con el nombre científico del contenido, la fecha de almacenamiento y el nombre de la persona que los ha almacenado. Los materiales sin etiquetas y anticuados deben tratarse en la autoclave y desecharse [13].
3. Debe mantenerse un inventario del contenido de los refrigeradores y congeladores [13].
4. No deben guardarse nunca soluciones inflamables en refrigeradores, excepto si estos son a prueba de explosión. En las puertas de los refrigeradores se colocarán advertencias al respecto [13].

5.9 *Separación de líquidos*

1. Sólo realizará este trabajo personal de laboratorio debidamente capacitado [13].
2. "El personal llevará guantes y equipo protector de ojos y mucosas" [13].
3. Sólo una buena técnica permite evitar o reducir al mínimo las salpicaduras y los aerosoles. La sangre y el suero se deben pipetear con cuidado en lugar de verterlos. El pipeteo con la boca estará prohibido [13].
4. Una vez usadas, las pipetas se sumergirán por completo en un desinfectante apropiado y permanecerán en él durante un tiempo suficiente, hasta que se eliminen o se lavan y esterilizan para volverlas a utilizar [13].
5. Los tubos de ensayo que se desea eliminar y que contienen coágulos de sangre u otros materiales se colocarán, nuevamente con sus tapas, en recipientes impermeables apropiados que se tratarán y esterilizaron en la autoclave o se incineran. [13].
6. "Habrá que disponer de desinfectantes apropiados para limpiar las salpicaduras y los derrames de material" [13].

5.10 Reglamento del laboratorio aplicable a los alumnos

El reglamento para los estudiantes está basado en las directrices, tomadas de otros manuales de para el manejo de buenas prácticas, de nivel educativo, tanto en estándares nacionales e internacionales:

- 1.** Deben ser puntuales a la entrada de Biocal, teniendo 15 minutos de tolerancia y si llegarán más tarde perderán el derecho a la práctica [63].
- 2.** Deben usar bata durante el desarrollo de la práctica, de lo contrario perderán el derecho a ésta [63].
- 3.** Durante el desarrollo de la práctica deben permanecer en el laboratorio y podrán salir de este únicamente con el permiso del docente o del técnico responsable [63].
- 4.** Durante el desarrollo de la práctica deberán mantener el orden en el laboratorio, de lo contrario podrán ser expulsados [63].
- 5.** Para realizar una práctica, los alumnos deberán haber leído y comprendido previamente la técnica o procedimiento correspondiente con su respectivo fundamento [63].
- 6.** Al concluir el desarrollo de una práctica cada alumno deberá elaborar un reporte, el cual será evaluado por el encargado del laboratorio o por el facilitador de la unidad de aprendizaje correspondiente [63].
- 7.** Los alumnos no deben consumir alimentos ni fumar dentro del laboratorio, de lo contrario pueden ser llamados de atención o expulsados [63].
- 8.** El material destruido por parte de los alumnos se deberá reponer en un lapso no mayor de quince días después que fue realizada la práctica, de lo contrario pagaran la equivalencia [63].
- 9.** Al faltar a una sesión de práctica, el alumno perderá automáticamente el derecho a estar en el resto de las prácticas o presenta una excusa [63].
- 10.** Los alumnos deberán solicitar el material necesario para realizar la práctica, mismo que será lavado con agua y jabón y enjuagado con agua destilada. Además, los alumnos deberán entregar y guardar el material seco en su lugar correspondiente [63].
- 11.** El equipo utilizado por alumnos deberá entregarse en las condiciones como fue recibido antes del inicio de la práctica y si se encuentra alguna anomalía, deberá ser reportado al encargado del laboratorio [63].

12. El área de trabajo deberá dejarse libre de material y limpia una vez que fue terminada la práctica [63].

5.11 Normas específicas de la práctica

Este tendrá en cuenta las normas específicas a llevar a cabo dentro de Biocal, para los grupos de trabajo de este, y de igual manera se establecen de manera individual, es una serie de normas ya reglamentadas a nivel nacional e internacional

5.11.1 Normas personales

1. Cada grupo se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material [63].
2. La utilización de bata es muy conveniente, ya que evita que posibles proyecciones de sustancias químicas lleguen a la piel. [63].
3. Es muy aconsejable, si se tiene el pelo largo, llevarlo recogido usar cofia [63].
4. No usar anillos, pulseras, aretes largos en el desarrollo de la práctica [63].
5. Las uñas deben de ser cortas y sin esmalte [63].
6. En el laboratorio prohibido fumar [63].
7. No consumir alimentos [63].
8. Uso de guantes desechables (cuando lo indique la práctica) [63].
9. Durante las incubaciones, cada alumno deberá utilizar cubre boca [63].

5.11.2 Normas referentes al orden de Biocal

1. Las sustancias tóxicas y medios de cultivo permanecerán en un lugar específico bajo control por el personal de Biocal [63].
2. Es imprescindible la limpieza de Biocal, de su instrumental y utensilios, así como que esté ordenado [63].
3. En las mesas de Biocal o en el suelo, no pueden depositarse prendas de vestir, apuntes, etc., que pueden entorpecer el trabajo [8].

5.11.3 Normas referentes a la utilización de productos químicos y medios de cultivo en Biocal.

1. Antes de utilizar un determinado compuesto o cualquier medio de cultivo, asegurarse bien de que es el necesario. Para ello deberás leer, si es preciso un par de veces, el rótulo que lleva el frasco [63].
2. Como regla general, no coger ningún producto químico ni medio de cultivo que el profesor o el personal de laboratorio no te proporcionará [63].
3. No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar al profesor [63].
4. No tocar con las manos, y menos con la boca, los productos químicos y medios de cultivo [63].
5. Los productos inflamables no deben estar cerca de fuentes de calor, como estufas, hornos, etc. [63].
6. Si se derrama sobre ti cualquier producto corrosivo o algún medio de cultivo, lávate inmediatamente con mucha agua y avisa al profesor [63].
7. Al preparar cualquier disolución o medio de cultivo deberá ser rotulado convenientemente [63].

5.12 Buenas prácticas de laboratorio y lavado de manos

1. Ordenar adecuadamente el material usado en la práctica. [63].
2. A continuación, proceda a realizar maniobras de buenas prácticas de laboratorio para eliminar adecuadamente los objetos identificados como potencialmente peligrosos. [63].
3. Nuevamente desinfecte la mesa de trabajo usando Hipoclorito de sodio (lejía) y alcohol etílico 70%. [63].
4. Ahora ejecute adecuadamente la maniobra para el descarte de los guantes de látex. Practique varias veces este procedimiento [63].
5. Finalmente proceda a realizar la maniobra universal para el lavado y desinfección de manos [63]. Que se observara en el **anexo 3**

6. CONCLUSIONES

Para terminar se presenta una serie de requerimientos de seguridad donde se divide en dos partes, la primera parte son las barreras primarias, donde se destaca en primera instancia, los requerimientos necesarios para llevar a cabo las directrices de construcción de Biocal, que nos ayuda a entender que condiciones de trabajo se tienen que manejar, los materiales recomendables para ello, evitando riesgos y accidentes dentro de la construcción que puedan ser inevitables en un futuro, cumpliendo las normas nacionales tales como la resolución 2400 de 1979 del 22 marzo del ministerio de trabajo y seguridad social, y el decreto 486 / 1997 con norma internacional se establecen algunas disposiciones vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo y centros biológicos [24], de igual manera que la hace referencia a la protección al trabajador. La segunda parte son, las barreras secundarias que nos ayuda anticipar riesgos a futuro y tener un plan de acción, tales como manejo de equipos de extinción de fuego, duchas y lavaojos entre otras.

Por otro lado, se concluye que los equipamientos que conformaran Biocal, se planean a partir de la suposiciones de algunas prácticas que se pueden llevar a cabo en este tipo recinto y pueden generar un beneficio al CEPIIS, entregando así una lista de los instrumentos y equipos necesarios, para llevar a cabo las prácticas futuras que pueda solicitar por parte CEPIIS, si bien hay que decir que el equipamiento de Biocal esta propuesto con lo estrictamente necesario, dando como recomendación una serie de equipos, con especificaciones y características de diseño en concreto, a partir de diferentes proveedores colombianos, de igual manera se propuso unas directrices de diseño para la instalación de la electricidad y el suministro de agua, hay tener en cuenta que los planos de estas no fueron autorizados hacer publicados.

Se trabajo por otro lado el sistema de adecuación y acondicionamiento del aire para Biocal , donde se concluyen dos propuestas para llevar a cabo dentro de este establecimiento, un sistema de ventilación natural , con una estrategia de control de ventilación por dilución y extracción local, con ayuda de una serie de filtros finos F8 . Donde se propone tomar la cabina de flujo laminar como el principal foco de contaminación de agentes químicos y biológicos para realizar la principal extracción localizada . Y generar una especie de agujeros con filtros para la entrada

del aire, aprovechando las condiciones ambientales y ubicación geográfica de Biocal. También se propone trabajar un sistema de ventilación mixta donde la entrada de aire sea mecánica y la salida sea natural esto con el fin de generar una presión negativa para evitar así contaminación cruzada, donde la estrategia de control es la misma, que se plantea para el sistema ventilación natural, sabiendo que tenemos un control más riguroso con un sistema de ventilación mixta.

En cuanto la infraestructura, en definitiva, se delimita el espacio a una serie de tres cuartos especiales que nos permitirá llevar a cabo prácticas específicas , y con mayor exactitud. Se logra una optimización del lugar con la colocación de las mesas de trabajo al alrededor de lugar , con puntos estratégicos para los equipos y la cabina de flujo laminar horizontal como equipo principal de protección para los trabajadores, se propone que los materiales de construcción de estas zonas de trabajo sean para los mesones resina fenólica, por ser resistente a sustancias químicas y a los agentes biológicos por sus características antimicrobianas, de igual manera es un material no poroso que nos permite una limpieza de manera confiable y rápida, para pisos y paredes se propone un revestimiento con pintura epoxica ya que nos brinda resistencias a sustancias químicas y agentes biológicos de igual manera, tiene una fuerza natural por si sola y alta durabilidad. El resto de instrumentación determino según el material de estos instrumentos y que lavabos sean de acerero inoxidable de alta calidad, para evitar riesgos futuros a la igual forma afectaciones por la humedad relativa.

Teniendo en cuenta cada uno de los parámetros anteriormente mencionados se concluye las condiciones específicas de Biocal, de igual manera que sus condiciones de trabajo serán: Temperatura 14°C a 18°C, humedad relativa 60 % a 90% y la presión un poquito por debajo de la ambiental es decir crear una presión negativa, por último se propuso una guía básica , de prácticas, protocolos y técnicas para implementar en Biocal tanto para estudiantes, trabajadores e investigadores, cuando este se ponga en marcha.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Belarb, «imcyc, importancia de los laboratorios en la ingeniería,» 8 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.imcyc.com/revistact06/dic06/INGENIERIA.pdf>. [Último acceso: 7 Marzo 2022].
- [2] L. francisco, «Plataforma nacional de transparencia Laboratorios,» 23 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/veracruz/cess/vinculacion-y-extension/laboratorio/>. [Último acceso: 2 Junio 2022].
- [3] S. d. g. d. l. c. e. e. laboratorio, «Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio,» extranet, México, 2017.
- [4] S&P, «Sistemas de ventilación: tipos y principales características, S&P Blog,» soler Palau, 20 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sistemas-ventilacion/>. [Último acceso: 4 Junio 2022].
- [5] R. Gabriella, «Prezi Métodos de diseño de Nigel Cross,» 12 Marzo 2016. [En línea]. Available: https://prezi.com/l253_78fycpz/metodo-de-diseno-de-nigel-cross/#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20dise%C3%B1o%20de%20Nigel%20Cross&text=No%20es%20un%20conjunto%20de,dise%C3%B1o%20determinado%20de%20materia%20FLEXIBLE.. [Último acceso: 4 Junio 2022].
- [6] T. e. I. M. Ministerio de Ciencias, «El futuro de todos Gobierno de Colombia,» 01 Abril 2020. [En línea]. Available: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/200405_reporte_mapeo_labs_bm_version_consulta.pdf. [Último acceso: 2 09 2021].
- [7] R. C. Ruiz, 18 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/VSP/pmps03-lineamiento-bioseguridad-red-nal-lab.pdf>. [Último acceso: 4 09 2021].
- [8] N. V. A.-N. C. R.-P. Humberto H. Lara Villegas, «Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro,» Bioquímica, vol. 33, n° 2, pp. 59-70, Abril-junio 2008.
- [9] M. d. C. M. Isaac Túnez, «Generalidades del laboratorio,» 2018.
- [10] N. Catejón, «Habitación de presión negativa, ¿cuándo se utiliza?,» Web consulta revista Salud y Bienestar, 04 Febrero 2020.

- [11] SEISAMED, «SEISAMED,» 06 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.seisamed.com/fucion-de-habitaciones-presurizadas-negativa-y-positivamente>. [Último acceso: 24 Septiembre 2021].
- [12] S&P, «Blog de la ventilación eficiente S&P,» 07 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/filtros-aire-industriales/>. [Último acceso: 24 Septiembre 2021].
- [13] O. M. d. I. Salud, «Manual de bioseguridad en el laboratorio,» 25 Junio 2005 . [En línea]. Available: https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf. [Último acceso: 9 Septiembre 2021].
- [14] C. A. U. d. Desarrollo, «Definición de Bioseguridad,» 2020. [En línea]. Available: <https://medicina.udd.cl/sobre-la-facultad/comite-institucional-de-bioseguridad/definicion-de-bioseguridad/>. [Último acceso: 9 septiembre 2021].
- [15] Institución Sudamericana , «Instituto Técnico de Bioseguridad y Mantenimiento en el Laboratorio,» 24 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://d11vm.blogspot.com/2015/11/niveles-de-bioseguridad-son-las.html>. [Último acceso: 10 Julio 2022].
- [16] BIOSLab, «Bioslab Plataforma de formación en Bioseguridad en Laboratorios y Anamiliarios,» Niveles de Bioseguridad , 16 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.visavet.es/es/bioslab/niveles-de-bioseguridad.php>. [Último acceso: 20 septiembre 2021].
- [17] A. Hernández, «Cabinas de Bioseguridad Biológica,» NTP, vol. 23, n° 2, pp. 8-24, 2015.
- [18] L. arananda, «Ingenieria de proyectos,» 2019. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/temasdeingenieriadeproyectos/actividades/9-plot-plan>. [Último acceso: 26 septiembre 2021].
- [19] GDSA Proyectos , «Web_GDSA Planos,» 18 Junio 2020. [En línea]. Available: <http://etitudela.com/fpm/gdsa/0000009df11053504/0000009df20ebd207/0000009e2c0d7d203/index.html>. [Último acceso: 10 Julio 2022].
- [20] Hidráulica, «blogspot,» 28 febrero 2012. [En línea]. Available: <http://hidraulicaucentral.blogspot.com/2012/02/sistemas-de-tuberias.html>. [Último acceso: 4 octubre 2021].

- [21] A. Ruiz, «Alvaroruiz arquitectura,» 30 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.alvaroruizarquitectura.com/los-sistemas-de-climatizacion-aire-acondicionado-sistema-aire-aire-n-35-es>. [Último acceso: 6 Octubre 2021].
- [22] T. d. l. educación, «Ciencytec,» 26 agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.cienytec.com/lab2congeladores.htm>. [Último acceso: 19 septiembre 2021].
- [23] Pinglobal Laboratory, medica and psychiogy equipment, «Autoclave, » 2021. [En línea]. Available: <https://jpinglobal.com/autoclaves-esterilizadores/autoclaves-verticales.html>. [Último acceso: 20 marzo 2022].
- [24] M. d. t. y. a. Sociales, «BOE legislación consolidada : Decreto 486/1997,» 13 Noviembre 2004. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-8669-consolidado.pdf>. [Último acceso: 15 Febrero 2022].
- [25] C. E. J. I. Rodrigo Marin Bernal, «Ministerio de Trabajo y seguridad social,» 22 Mayo 1979. [En línea]. Available: <https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>. [Último acceso: 16 Abril 2022].
- [26] M. Bernal, «Ministerio de trabajo y seguridad social, resolución 2400 de 1979,» 22 Mayo 1979. [En línea]. Available: <https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>. [Último acceso: 20 Febrero 2 2022].
- [27] ASHRAE, «Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior estands ASHRAE,» 10 Enero 2007. [En línea]. Available: https://www.ditar.cl/archivos/Normas_ASHRAE/T0120ASHRAE-62.1-2007-sp-Ventil-p-CAAI.pdf. [Último acceso: 3 Mayo 2022].
- [28] Mendoza, «Manual de Bioseguridad para Establecimientos de Salud – Introducción (MINISTERIO DE SALUD),» 31 octubre 2014. [En línea]. Available: <https://www.mendoza.gov.ar/salud/biblioteca/manuales/manual-de-bioseguridad-para-establecimientos-de-salud-introduccion/>. [Último acceso: 13 mayo 2022].
- [29] Ministerio de salud, «Supersalud DECRETO 1075 DE 2015,» DECRETO 1075 DE 2015, 26 Mayo 2015. [En línea]. Available: https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2019-03/Decreto%20Nacional%201075%20de%202015.pdf. [Último acceso: 10 Marzo 2022].

- [30] Equipos y laboratorio de Colombia , «Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S,» 10 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/cuales-son-las-condiciones-de-laboratorio-normalizadas#:~:text=Usualmente%20conviene%20que%20la%20humedad,a%20sobrepasar%20este%20%C3%BAltimo%20valor.> [Último acceso: 10 Marzo 2022].
- [31] G. Cesar, «¿Qué debes de saber sobre los elementos de protección personal?,» Incheck integral solutions, 2021 Mayo 2021.
- [32] A. María ,. A. Alberto. ,. M. Camilo. P. Juan. ,. R. P. Alados Juan, «Diseño de un laboratorio de Microbiología Clínica,» Seimc , vol. IV, n° 4, pp. 84-110, 2009.
- [33] NorLab, «Lab mobiliario técnico certificado para laboratorios,» SEFA, Bogotá, 2020-2024.
- [34] CUBEN , «Instalaciones y equipamiento para laboratorios revestimiento epoxi para laboratorio apto pisos paredes y techo,» 2020. [En línea]. Available: http://www.cuben.com.ar/pdf/revestimiento_epoxi_para_laboratorios_-_ficha_tecnica_-_cuben_sa.pdf. [Último acceso: 19 marzo 2022].
- [35] F. J. Fraiz, «Organización funcional de los laboratorios de análisis clínicos,» , 2003. [En línea]. Available: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0034-79732003000100006. [Último acceso: 11 6 2022].
- [36] Universidad Abierta y a Distancia de México, «Técnicas de laboratorio de biología: Conocimiento general del laboratorio de biología,» DCSBA, vol. II, n° 4, pp. 1-82, 2010.
- [37] PHCBI, «PHCBI Equipo de refrigeración MPR-722-PA,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.phchd.com/us/biomedical/preservation/pharmaceutical-refrigerators/mpr-722-pa>. [Último acceso: 20 MARZO 2022].
- [38] MELING Biology & Medical, «MELING Congelador, » 2021. [En línea]. Available: <https://es.melingbiomedical.com/es/es-products/es-life-science/es-ultra-low-temperature-freezer/es-25c-biomedical-freezer/low-temperature-freezer-dwyl270.html>. [Último acceso: 18 Marzo 2022].
- [39] Labomersa S.A, «Cabinas de Flujo Laminar: ¿Para qué sirven?,» 03 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://labomersa.com/2021/02/03/cabinas-de-flujo-laminar-para-que-sirven/#>. [Último acceso: 04 07 2022].

- [40] NorQuímicos, «NorQuímicos , Catalogo de equipos.,» 10 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://norquimicos.com.co/catalogo2022.pdf>. [Último acceso: 20 marzo 2022].
- [41] M. Toledo, «balanza xpr56,» Equipos de laboratorio , 2021. [En línea]. Available: https://www.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/microbalances/XPR56-30355535.html. [Último acceso: 20 marzo 2022].
- [42] Óptica Roma , «El microscopio biológico,» 27 Junio 2019. [En línea]. Available: <http://opticaroma.com/instrumentos/blog/2019/06/27/el-microscopio-biologico/>. [Último acceso: 10 Julio 2022].
- [43] SEISAMED MR, «Instalaciones de un laboratorio: Eléctrica, agua e informática,» 25 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.seisamed.com/instalaciones-de-un-laboratorio-electrica-agua-e-informatica>. [Último acceso: 15 mayo 2022].
- [44] Universidad de Carlos III DE MADRID, «Instalaciones generales en el laboratorio,» 13 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.uc3m.es/prevencion/instalaciones-generales-laboratorio>. [Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [45] Á. R. I. P. Q. M. Baques Merino Raúl, «Clasificación de los sistemas de ventilación en el ambiente laboral. Requisitos fundamentales para su diseño y evaluación en salud y seguridad,» Revista Cubana de salud y trabajo, vol. 22, n° 2, pp. 17-26, 2021.
- [46] G. S. X. Heras Cobo Carlos, «La ventilación general en el Laboratorio,» NTP guías , 2001.
- [47] A. L. G. A. I. Global, «¿Qué es Ventilación General y Localizada?,» 5 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://airelimpioglobal.com/ventilacion-general-y-localizada/>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [48] S. I. C. HSE, «ALG global aire limpio,» En qué consiste la ventilación por dilución?, 12 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://airelimpioglobal.com/ventilacion-por-dilucion/#:~:text=%C2%BFEn%20qu%C3%A9%20consiste%20la%20ventilaci%C3%B3n,explosi%C3%B3n%2C%20Olores%20y%20contaminantes%20molesto..> [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [49] J. Dan, «Cómo diseñar ventilación para laboratorios por Greenheck,» ACR Latinoamérica, vol. I, n° 2, pp. 1-4, 2021.
- [50] H. C. A. Cavalle Oller Núria, «Ministerio nacional de seguridad e higiene en el trabajo,» 9 Marzo 2005. [En línea]. Available:

https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18. [Último acceso: 01 Junio 2022].

- [51] T. T. J. Sousa Rodríguez Encarnación, «Notas técnicas de prevención :Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS,» 6 Abril 2012. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/documents/94886/326879/937w.pdf/9f3ff227-acfa-46b2-8613-355f5d057ad7>. [Último acceso: 4 mayo 2022].
- [52] H. C. Ana, «Notas técnicas de prevención: Agentes biológicos. Evaluación simplificada,» 10 Junio 2009. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>. [Último acceso: 6 mayo 2022].
- [53] H. C. A. Cavallé Oller Núria, «NTP 741: Ventilación general por dilución,» 9 Junio 2002. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_741.pdf/6e87a3f1-0c81-4323-9be5-772e2e593a18. [Último acceso: 3 Mayo 2022].
- [54] V. Baturin, «Capítulo 5. Ventilación General,» de Fundamentos de Ventilación Industria, Barcelona, Barcelona Labor, 1976, pp. 30 - 55.
- [55] Casals Fans of Innovation , «Como calcular las renovaciones por hora según la actividad de un local,» 4 septiembre 2020. [En línea]. Available: https://www.casals.com/assets/uploads/editor/file/renovacion_de_aire_en_locales_tipicos_casals.pdf. [Último acceso: 12 julio 2022].
- [56] tecfilter ingeniería de filtrado , «Filtros de aire y sus eficiencias,» 5 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.tecfilter.com/boletin-clasificacion-de-los-filtros-de-aire-y-sus-eficacias/>. [Último acceso: 3 mayo 2022].
- [57] EMW, «Filtertechnik Clases de filtros según EN 779 y EN 1822,» 9 Octubre 2021. [En línea]. Available: emw.de/es/filtros-campus-translations-pending/filter-classes.html. [Último acceso: 28 mayo 2022].
- [58] B. D. L. Mejía, L. G. M. Contreras y T. A. F. Galvis, «Diseño de procedimiento para riesgo biológico implementado en un laboratorio de calibración de equipo biomédico,» , 2010. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4566459.pdf>. [Último acceso: 11 6 2022].

- [59] G. Kimberly, «Laboratorio de bioseguridad 1y 2,» Universidad de las fuerzas armadas ESPE , pp. 1-3, 16 Abril 2019.
- [60] T. C. V. S. C. R. C. Cecilia Tapia P., «Implementación del laboratorio clínico moderno,» Elsevier, vol. 26, n° 6, pp. 794-801, 2015.
- [61] SEISAMED, «Diseño, construcción y equipamiento de un laboratorio clínico,» 1 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.seisamed.com/disen-construccion-y-equipamiento-de-un-laboratorio-clinico>. [Último acceso: 30 mayo 2022].
- [62] C. d. c. e. d. e. médicos, «Guía técnica CCEEM GT control de calidad de cuartos oscuros y dispositivos de visualización de imágenes,» 05 Mayo 1998. [En línea]. Available: <http://www.eqmed.sld.cu/Documents/Documentos%20regulatorios/Guias/gt9.pdf>. [Último acceso: 30 mayo 2022].
- [63] E. y. l. d. Colombia, «Balanzas analíticas (ubicación y condiciones de ambiente),» Balanzas analíticas , 10 Diciembre 2021. [En línea]. Available: [https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/balanzas-analitic-as-\(ubicacion-y-condiciones-de-ambiente\)](https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/balanzas-analitic-as-(ubicacion-y-condiciones-de-ambiente)). [Último acceso: 30 mayo 2020].
- [64] M. Rosandra, «Notas sobre Bioseguridad, Nivel 2 de Bioseguridad y Biosecurity Level-2,» Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, vol. 23, n° 2, pp. 197-199, 2003.
- [65] M. R. Orozco María Guadalupe, Manual Básico de Prácticas para Análisis, Colombia, México, Bolivia , Ecuador entre otros: ECORFAN, 2017.
- [66] T. Cesar, «Universidad del norte,» 10 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/70285373.pdf>. [Último acceso: 17 Febrero 2022].
- [67] Equipo editorial, Etecè, «Seguridad,» Etecè, 30 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/seguridad/>. [Último acceso: 17 marzo 2022].

ANEXOS

ANEXO 1

RECOMENDACIONES

- Analizar más parámetros de seguridad, en laboratorios biológicos, en un entorno más industrial, con buenas estrategias de control ante peligros y accidentes futuros.
- Analizar y determinar que sus sustancias, agentes biológicos en exactitud que se van a trabajar en Biocal Logrando una caracterización de estos para potencializar sus usos para beneficio CEPIIS
- Evaluar nuevas tendencias de investigación, para la parte biológica, de ingeniería química y diversas ciencias en pro de mejoramiento de Biocal
- Evaluar protocolos de extensión relacionados con proyectos externos, y establecer conexiones industriales nacionales e internacionales
- Determinar que certificaciones, alineamientos , sostenibilidad y química verde se necesitan para el mejoramiento y crecimiento del centro de procesos biológicos del CEPIIS.
- Desarrollar un manual de protocolos de bioseguridad, teniendo en cuenta los estándares nacionales e internacionales , en busca de nuevas áreas investigativas y de extensión para el crecimiento de Biocal

ANEXO 2
ROTULO

Figura 27.
Rotulo de las entradas de Biocal


PELIGRO BIOLÓGICO
ACCESO RESTRINGIDO SOLO PERSONAL AUTORIZADO
Nivel de bioseguridad: _____
Investigador a cargo: _____
En caso de emergencia, avise a: _____
Teléfono diurno: _____
Teléfono particular: _____
Las autorizaciones de entrada deberán solicitarse al investigador encargado mencionado más arriba

Nota. Es de uso obligatorio , para identificar que trabajan con agentes biológicos. Tomado de : O. M. d. I. Salud, «Manual de bioseguridad en el laboratorio,» 25 Junio 2005 . [En línea]. Available:

https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf.

ANEXO 3

PROTOCOLO DE LAVARSE LAS MANOS

Figura 28.

Protocolo de lavado de manos antes y después de salir de Biocal

¿Cómo lavarse las manos?

¡Lávese las manos solo cuando estén visiblemente sucias! Si no, utilice la solución alcohólica

 Duración de todo el procedimiento: 40-60 segundos



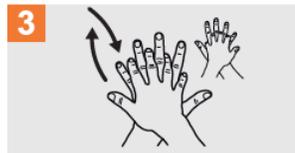
0 Mójese las manos con agua;



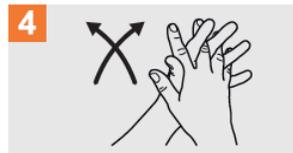
1 Deposite en la palma de la mano una cantidad de jabón suficiente para cubrir todas las superficies de las manos;



2 Frótese las palmas de las manos entre sí;



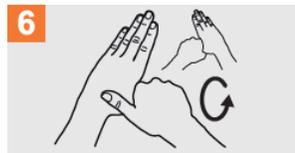
3 Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa;



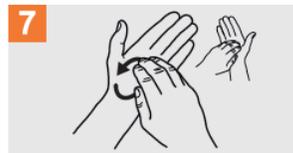
4 Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados;



5 Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos;



6 Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa;



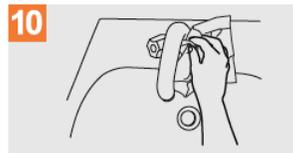
7 Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa;



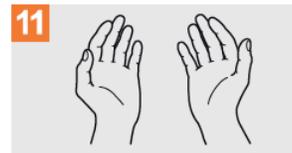
8 Enjuáguese las manos con agua;



9 Séquese con una toalla desechable;



10 Sírvese de la toalla para cerrar el grifo;



11 Sus manos son seguras.



Organización
Mundial de la Salud

Seguridad del Paciente
UNA ALIANZA MUNDIAL PARA UNA ATENCIÓN MÁS SEGURA

SAVE LIVES
Clean Your Hands

Nota. Protocolo obligatorio, antes de entrar , al salir y al culminar cualquier practica dentro del CPB Tomado de : : O. M. d. I. Salud, «Manual de bioseguridad en el laboratorio,» 25 Junio 2005 . [En línea]. Available: https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf.