

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
NACIONAL FACULTAD REGIONAL  
SANTA FE**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL FLUJO DE LA MUESTRA EN  
EL LAMYEN”**

**Profesores:** Dra. Érica Fernández  
Ing. Fernando Imaz  
Ing. Renzo Píccoli

**Director del proyecto:** Dr. Omar Chiotti

**Codirector del proyecto:** Ing. Juan Marcos Banegas

**Empresa:** Laboratorio de Mediciones y Ensayos

**Alumno:** Juan Ignacio Martín Costantino

**MARZO 2023**



**Dedicatoria**

A mi familia, en especial a mis padres. Mi madre, por ser quien dio el impulso para que estudiara la carrera y quien me ha dado una de las herramientas más importantes de la vida: la importancia del pensamiento. A mi padre, quien siempre estuvo allí apoyándome en silencio en todo lo que necesité con gran esfuerzo. Gracias por haberme dado la oportunidad de avanzar en la vida.

A mis hermanas, por estar cuando las necesité.

A mis amigos, que siempre han estado de manera desinteresada.

A aquella maravillosa niña que acompañó gran parte de mi camino personal, Ana. Sin ella no habría llegado hasta donde estoy hoy. Gracias por todo.

Por último, pero no menos, a mí. Por luchar y no rendirse en lo que quería. Por probarse que podía.

**Agradecimientos**

Quiero brindar mi agradecimiento al Ing. Juan Marcos Banegas y al Dr. Omar Chiotti por su apoyo y predisposición en todo momento para la resolución del presente proyecto.

A los miembros del LAMYEN, quienes desinteresadamente ofrecieron parte de su tiempo para que este trabajo pudiera realizarse.

A mis compañeros de aula que me han ayudado a que hoy este aquí.

A todos los profesores de la UTN FRSF que nos dictaron materias y nos brindaron su apoyo durante estos años de estudio.

¡Muchas gracias!

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo general .....	14
1.2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO DEL FLUJO DE MATERIALES.....	17
2.2 FACTORES DE LA DISTRIBUCIÓN .....	17
2.2.1 Factor material .....	18
2.2.2 Factor Máquina.....	19
2.2.3 Factor personal y aspectos de seguridad.....	20
2.2.4 Factor movimiento .....	21
2.2.5 Factor esperas.....	22
2.2.6 Factor servicios.....	22
2.2.7 Factor edificios .....	23
2.3 DEL ENFOQUE DEL ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN .....	24
2.4 COMPLEMENTO CON EL MANEJO DE MATERIALES.....	24
2.5 CICLO DE DEMING.....	25
2.6 ASPECTOS DE LA CALIDAD: 5 "S" .....	26
2.7 MEDICIÓN DEL FLUJO .....	27
2.7.1 Medición cualitativa.....	27
2.8 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO .....	28
2.9 GESTIÓN DE PROCESO DE ALMACENAMIENTO EFICIENTE .....	29
2.10 CÓDIGO DE BARRAS Y EL CÓDIGO QR .....	32
2.11 LENGUAJE DE MODELADO UNIFICADO (UML). REQUERIMIENTOS .....	33
<b>CAPÍTULO 3. LAMYEN</b> .....	<b>37</b>
3.1 ORIGEN DEL LABORATORIO .....	39
3.2 LOCALIZACIÓN .....	40
3.3 ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL Y VINCULACIÓN LEGAL .....	42
3.4 ORGANIGRAMA INTERNO.....	43
3.5 SERVICIOS Y TRABAJOS DEL LAMYEN.....	44
3.5.1 Seguridad eléctrica.....	44
3.5.2 Compatibilidad electromagnética.....	44
3.5.3 Eficiencia energética.....	45
3.5.4 Calibración .....	45

3.5.5 Ensayos reducidos.....	46
3.6 DESCRIPCIÓN .....	47
3.7 FLUJO FÍSICO DE LA MUESTRA .....	49
3.7.1 Vista simple del flujo actual entre almacenes.....	49
3.8 REGISTROS INTERNOS .....	52
3.9 RELACIONES EXTERNAS. CONSULTORAS, CERTIFICADORAS Y LABORATORIO .....	52
<b>CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>55</b>
4.1 ANÁLISIS DEL FLUJO .....	57
4.1.1 Realización del checklist.....	57
4.1.2 Ordenamiento de la información .....	60
4.1.3 Visitas.....	61
4.1.4 Premisas establecidas por el laboratorio.....	61
4.2 DATOS OBTENIDOS.....	61
4.2.1 Diagrama de proceso de la muestra y gráficos de circulación .....	61
4.2.2 Aspectos directos que influyen en el flujo de la muestra según área .....	67
4.2.3 Aspectos indirectos que inciden en el flujo de la muestra según área .....	71
4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS .....	72
4.3.1 Agrupamiento según área .....	72
4.3.2 Diagrama de proceso de flujo como herramienta de análisis .....	73
4.3.3 Tiempo de estadía de la muestra dentro del laboratorio.....	74
4.3.4 Diagrama causa efecto .....	76
4.3.5 Resumen del diagnóstico .....	78
<b>CAPÍTULO 5. DECISIÓN DE TRASLADO, REUBICACIÓN ÁREAS Y DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>79</b>
5.1 CONSIDERACIONES PARA LA DECISIÓN DE ÁREAS A TRASLADAR .....	81
5.1.1 Cambios en las normativas y su variación en la cantidad de trabajo.....	81
5.2 RELACIONES ENTRE ÁREAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS ENSAYOS .....	82
5.2.1 Eficiencia Energética. Ensayos críticos .....	83
5.2.2 Estado de ensayos críticos: actualidad y futuro en EE y SE.....	84
5.2.3 Equipos compartidos entre EE y SE .....	85
5.3 VIABILIDAD DE TRASLADO DE EQUIPOS Y UC A LA UE2. ....	86
5.3.1 Análisis de equipos y UC a enviar a UE2 .....	86
5.4 DIAGRAMA DE AFINIDADES COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS .....	89
5.5 DIAGRAMA EN BLOQUES O DE ADYACENCIAS .....	93
5.6 REQUERIMIENTOS DE ESPACIOS DE EC Y UC .....	95
5.7 PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN EN LAS UE.....	96
5.7.1 Distribución propuesta UE1 .....	96
5.7.2 Distribución propuesta UE2 PB.....	99

5.7.3 Distribución propuesta UE2 1º piso .....	101
<b>CAPÍTULO 6. DECISIÓN DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y ACTAS.....</b>	<b>103</b>
6.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	105
6.1.1 Alternativa Nº1 .....	106
6.1.2 Alternativa Nº2 .....	109
6.1.3 Alternativa Nº3 .....	112
<b>CAPÍTULO 7. GPA.....</b>	<b>117</b>
7.1 GPA PARA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DETECTADOS .....	119
7.2 UBICACIÓN: ¿DÓNDE?.....	120
7.2.1 Zona de almacenamiento UE1 .....	120
7.2.2 Zona de almacenamiento UE2 .....	121
7.2.3 Espacios auxiliares .....	121
7.2.4 Características y frecuencias de las muestras a almacenar .....	122
7.3 MÉTODO: ¿CÓMO?.....	122
7.3.1 Alternativas de almacenamiento .....	122
7.3.2 Acomodamiento y "picking" manual .....	125
7.3.3 Alternativa propuesta almacenamiento UE1.....	126
7.3.4 Alternativa propuesta almacenamiento UE2.....	132
7.3.5 Decisión de alternativas .....	140
<b>CAPÍTULO 8. METODOLOGÍA EN EL INGRESO DE MUESTRAS Y TRAZABILIDAD DENTRO DEL LABORATORIO.....</b>	<b>143</b>
8.1 MÉTODO Y DIAGRAMA DE INGRESO ACTUAL DE LAS MUESTRAS .....	145
8.2 MÉTODO DE INGRESO Y ORDENAMIENTO PROPUESTO.....	146
8.2.1 Diagrama de proceso de la muestra propuesto para el ingreso al depósito para ensayos. CB recepción. ....	148
8.2.2 Ordenamiento según tipo de muestra y clientes.....	149
8.2.3 Disposición propuesta de CBr en estanterías y puestos de trabajo. Diseño de código QR.....	150
8.3 REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE BÚSQUEDAS .....	153
8.4 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES EN EL GPA .....	153
8.4.1 Accesos de información dentro del sistema GPA y usuarios: .....	153
8.4.2 Base de datos GPA actual vs propuesto .....	155
8.4.3 Diagrama de actividades .....	156
<b>CAPÍTULO 9. COMPLEMENTOS PARA LA MEJORA .....</b>	<b>161</b>
9.1 CUELLOS DE BOTELLA .....	163
9.1.1 Ingreso.....	163
9.1.2 Expedición .....	164

9.2 APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING .....	165
<b>CAPÍTULO 10. BENEFICIOS ESTIMADOS. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>169</b>
10.1 INTRODUCCIÓN .....	171
10.2 COSTOS DEL PROYECTO .....	172
10.2.1 Desarrollo del sistema GPA: .....	172
10.2.2 Implementación: .....	173
10.2.3 Funcionamiento .....	174
10.2.4 Etapas del desarrollo, implementación y funcionamiento .....	174
10.2.5 Traslados de muestras entre UE .....	175
10.3 BENEFICIOS ESTIMADOS DEL PROYECTO .....	178
10.3.1 Beneficios tangibles .....	178
10.3.2 Beneficios intangibles .....	180
10.4 RETORNO DE LA INVERSIÓN .....	182
10.4.1 Cálculo de indicadores .....	183
<b>CAPÍTULO 11. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>187</b>
<b>CAPÍTULO 12. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>191</b>
<b>CAPÍTULO 13. ANEXOS .....</b>	<b>195</b>
<b>1. ANEXO 1. TABLAS CHECKLIST .....</b>	<b>197</b>
<b>2. ANEXO 2. DISTRIBUCIONES .....</b>	<b>213</b>
2.1 EC, UC DEL LABORATORIO Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL .....	215
2.2 CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE ESPACIO .....	217
2.3 DISEÑO DE REQUERIMIENTOS DE ESPACIO .....	219
2.3.1 Hoja requerimiento espacio SE .....	221
2.3.2 Hoja requerimiento espacio EE .....	222
2.3.4 Hoja requerimiento espacio CE .....	222
2.4 VISTA GENERAL DISTRIBUCIÓN PROPUESTA UE1 .....	223
2.4.1 Diagrama de circulación en almacén UE1 .....	224
2.5 VISTA GENERAL DISTRIBUCIÓN PROPUESTA UE2 .....	225
2.5.1 Diagrama de circulación y medidas del almacén UE2 .....	226
<b>3. ANEXO 3. GPA .....</b>	<b>229</b>
3.1 BASE DE DATOS DEL GPA PARA LA TRAZABILIDAD .....	231
3.1.1 Actual: sistema GESCAL .....	231
3.1.2 Propuesto .....	233
<b>4. ANEXO 4. IMÁGENES DEL LAMYEN .....</b>	<b>237</b>

---

. 4.1 IMÁGENES.....239

**5. ANEXO 5. BIBLIOGRAFÍA .....243**

5.1 BIBLIOGRAFÍA .....245

**6. ANEXO 6. GLOSARIO .....247**

6.1 TÉRMINOS Y ABREVIATURAS .....249





# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

---



## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto Final de Carrera se llevó a cabo en el Laboratorio de Mediciones y Ensayos de la UTN FRSF (LAMYEN) el cual está acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) y cuenta con un sistema de gestión para la competencia técnica bajo la norma ISO/IEC 17025:2005. El principal propósito del laboratorio es la ejecución de ensayos de evaluación en conformidad con normas nacionales e internacionales.

La inquietud de los clientes sobre la entrega rápida de los trabajos y la intuición del área directiva en cuanto a inconvenientes en la trazabilidad y continuidad del flujo de los equipos ensayados (de aquí en adelante muestras), hacen que el laboratorio se vea en la necesidad de un análisis crítico del mismo y la detección de problemas para desarrollar las actividades de manera más eficiente.

Actualmente el Laboratorio cuenta con un sistema para la determinación de los diferentes estados de cada muestra (sistema GESCAL), sin embargo, no se tiene conocimiento exacto de los movimientos y ubicaciones en los almacenes ni la trazabilidad de estas entre áreas.

A su vez, el laboratorio está en pleno comienzo de expansión donde sus áreas se verán fragmentadas lo que generará nuevos procesos logísticos y potenciales problemas de no ser realizada correctamente.

Estos inconvenientes se suman a la falta de una correcta gestión de proceso de almacenamiento (de aquí en adelante GPA) dada principalmente en épocas de gran demanda.

El propósito del proyecto final de carrera es dar un análisis crítico de los flujos actuales y cuales de las problemáticas detectadas resolver para generar el mayor impacto positivo. Además, la decisión de qué áreas o partes de ellas relocalizar en cada Unidad Ejecutora (de aquí en adelante UE), dónde se reciben y distribuyen las muestras, la propuesta de disposición de los equipos críticos en cada UE, proponer una mejora en la Gestión de Proceso de Almacenamiento (GPA) y la posibilidad de propagación de los inconvenientes detectados en el nuevo lugar.

Finalmente, se evalúa la propuesta y los beneficios aportados.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Elaborar propuestas para optimizar el flujo de muestras dentro del laboratorio.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el recorrido de la muestra.
- Examinar y proponer mejoras sobre las problemáticas detectadas en él.
- Analizar propuestas de reubicación de las áreas del laboratorio.
- Proponer mejoras en la GPA.



## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

---



## 2.1 Fundamentos del estudio del flujo de materiales

El estudio del flujo de materiales permite tener una mejor perspectiva de la situación actual en la organización. La obtención de los datos a partir de su análisis permite, entre otros aspectos, lograr:

- Conocer los movimientos de los materiales en las áreas.
- Reducción de tiempos.
- Reducción de costos.
- Mejor uso del espacio.
- Reduce los accidentes.
- Mejora del ambiente laboral.
- Aumento de la productividad.
- Aumenta la utilización de equipos y maquinarias.
- Reduce el inventario en proceso.
- Optimiza el uso de la fuerza hombre.
- Minimiza las distancias recorridas.

Para el estudio del flujo se dispone de múltiples herramientas y metodologías de las cuales se utilizarán aquellas detalladas a continuación.

## 2.2 Factores de la distribución

Múltiples causas son las que influyen en el correcto flujo de los materiales:

- Material: volumen, espacio y manejo.
- Características de material: ingreso y despacho.
- Volumen de producción: ventas y producción
- Número de partes, productos o elementos.
- Número de operaciones.
- Requerimientos de almacén.
- Movimiento del material: distancias, contraflujos, equipos, etc.

Para obtener conocimiento de la situación del flujo y poder realizar una correcta toma de decisión, se debe obtener datos y convertirlos en información. Una forma práctica para no perder detalle alguno es mediante los factores de la distribución, figura 2.2-1:



Figura 2.2-1: factores de la distribución. Fuente: elaboración propia.

Es necesario resguardar todos los aspectos, descubrir los más importantes y realizar un análisis coordinado. Si primeramente se determina cuáles son las características y consideraciones más relevantes para el caso, se las mide, analiza, y examina en relación al resto, el proceso de evaluación se torna más simple y eficiente.

Dentro de cada factor existen apartados interesantes para el análisis, pero *solo se referencia aquellos factibles de ser aplicados al caso de estudio.*

A continuación, se detallan los mismos.

### 2.2.1 Factor material

Es el más importante ya que condiciona al resto de los factores.

Características que intervienen:

- Material entrante.
- Material terminado.
- Suministros y material usado en el proceso.
- Rechazos o repasos de trabajos.
- Trozos, recortes, virutas y desperdicios.

### Consideraciones de interés para el caso de estudio

1. Características físicas del mismo: los objetos de gran tamaño condicionan el layout, pero si son muy pequeños se debe tomar precauciones para verlos bien y no perderlos. Además, el acomodamiento para un fácil acceso a materiales, como el apilamiento, permite una ocupación menor del espacio. Por otro lado, el peso afecta las decisiones de almacenaje y el equipo para moverlos, incluso si es liviano se deben tomar condiciones para que no se mezclen con otros artículos.

Las flechas de flujo entrante/saliente, en un gráfico de circulación, permiten registrar cada material que llega o sale de una operación en estudio, muestra el cambio en las condiciones del material y ayuda a no olvidar puntos que pueden ser considerados como insignificantes: como los desperdicios.

2. Cantidad y variedad de productos o materiales: condicionará la distribución donde puede adoptarse la línea de producción para artículos de mayor demanda y para el resto utilizar una distribución por procesos, fija o celular. Una buena distribución debe estar proyectada para poder hacer frente a posibles variaciones del volumen de trabajo.

3. Secuencia de los procesos: determinará el arreglo de las zonas de trabajo. Para ayudar al analista a visualizar las secuencias se cuenta con el diagrama de proceso del flujo material el cual permite establecer si las operaciones son realmente necesarias, cuáles se pueden combinar o dividir, y cuáles reordenar para lograr economías.

### 2.2.2 Factor Máquina

En este apartado se consideran aquellos equipos que intervienen en los procesos de las tareas, inclusive dispositivos o herramientas fijas accionadas a mano.

### Consideraciones de interés para el caso de estudio

1. Maquinaria, herramientas y equipos: un equipo más grande puede mejorar la utilización de la mano de obra, o puede requerir características especiales de espacio o servicios. Al tener o seleccionar la máquina o equipo adecuado, se debe asegurar de contar con la cantidad necesaria.

2. Utilización de las máquinas: una buena distribución deberá usar las máquinas en su completa capacidad. Para ello la mejor distribución es por procesos, y por el contrario la mínima utilización se tiene por posición fija. El equilibrio puede lograrse mejorando la operación cuello de botella: cambio de método, mejora de utillaje, actuación simultánea, eliminación del excesivo manejo, etc.

3. Además de:

- a. Conexiones: sencillas, cercanas, disponibles, etc.
- b. Aspiración y ventilación: las requeridas por el equipo.
- c. Soportes.
- d. Separación o defensas: como método de seguridad.
- e. Espacio de acceso: para el uso, mantenimiento y libre circulación de personal.

### 2.2.3 Factor personal y aspectos de seguridad

#### Características que intervienen:

- Mano de obra directa.
- Jefes de grupo y encargados.
- Supervisores y maestros.
- Personal indirecto: encargados de almacén o aprendices.

#### **Consideraciones de interés para el caso de estudio**

1. Características de seguridad: si una distribución está mal planificada, por bien que trabajen todos los operarios y aunque mantengan limpio y ordenado el lugar de trabajo, existirá un alto riesgo de que ocurran accidentes:

- a. Obstáculos en el suelo.
- b. Suelo resbaladizo.
- c. Operadores ubicados cerca de procesos peligrosos.
- d. Salidas bloqueadas, mal ubicadas o insuficientes.
- e. Demasiada lejanía de los extintores.
- f. Materiales o maquinarias sobresaliendo de los pasillos o área de trabajo.
- g. Códigos y reglamentos de seguridad cumplimentados: ¿Se llevan a cabo?

2. Condiciones de trabajo: es una obligación no solo tener en cuenta todo lo que afecte al confort del operador, para lograr condiciones dignas de trabajo, sino que además esto genera una mayor productividad de la mano de obra, con menos accidentes y rotación. Se deben tener en cuenta:

- a. Demasiado frío o calor.
- b. Iluminación pobre o inadecuada.
- c. Áreas mal ventiladas, polvo, basura, humos.
- d. Ruidos molestos.
- e. Vibraciones desagradables.
- f. Lugar de trabajo demasiado alto, bajo o estrecho.

3. Condiciones del ambiente de trabajo:

- a. Encerrado o completamente solo.
- b. Desalentado.
- c. Preocupado.
- d. Existencias de preferencias.

## 2.2.4 Factor movimiento

El movimiento es esencial, siendo principalmente dado por el material. Este es responsable del 90% de accidentes, 80% de los gastos de mano de obra indirecta, y un alto porcentaje del daño a los productos y muchas casusas de pérdidas<sup>1</sup>.

Se debe tener en cuenta que el mero movimiento no cambia el producto ni le agrega mejoras, siendo esto improductivo. El manipuleo innecesario y antieconómico debe eliminarse, para así reducir costos y otros incidentes de índole de trazabilidad.

### Características que intervienen:

- Recipientes para traslado o espera:
  - Recipientes sencillos: cajas.
  - Soportes: pallets.
  - Estanterías, armarios, cajones.

### **Consideraciones de interés para el caso de estudio**

1. Modelo de flujo o itinerario: se debe establecer un modelo de flujo para el material ya que adecuadamente reduce la cantidad innecesaria de manipuleo. El mejor camino será planificado desde/hasta cada operación en la misma secuencia en la que se trata, cuando esto no sea posible se tratará de:

- a. Completar el flujo para una parte del proceso.
- b. Fluir desde un área o departamento hacia el siguiente.

#### Ítems claves dentro del modelo de flujo o itinerario:

- a. Material entrante: es el punto de partida y se debe planear cuidadosamente su localización
- b. Material saliente: la zona de carga de transporte debe estar situada lo más cerca de las últimas operaciones o del depósito de productos terminados como sea posible.

2. Reducción de la manipulación innecesaria y antieconómica:

- a. Evitar retrocesos o cruces en la circulación.
- b. Evitar transferencias.
- c. Evitar confusiones, demoras o malas posturas.
- d. Evitar distancias largas.
- e. Evitar re manipulaciones o movimientos extras de manipulación.
- f. Evitar peligros de daño para el material o el personal.
- g. Evitar esfuerzos físicos innecesarios.
- h. Evitar viajes extras.
- i. Evitar consumo de tiempo en dejar y recoger.
- j. Evitar equipos superfluos.

---

<sup>1</sup> Fuente: Richard Muther.

3. Espacios para movimientos en cada etapa: el espacio de pasillos es área perdida en cuanto a que no es productiva, deben conectarse las áreas con mayor flujo mutuo y tener el ancho apropiado para evitar el desperdicio de espacios y a la vez amontonamientos.

### 2.2.5 Factor esperas

Las esperas indican costos: manipuleo desde/hasta el punto de espera, manipuleo en el punto de espera, registros para control o debido al espacio: esperas fuera del área asignada generando falta de trazabilidad entre otros inconvenientes.

#### Consideraciones de interés para el caso de estudio

1. Las líneas de flujo: se sugiere utilizar un diagrama de procesos del flujo del material acompañado de un gráfico de circulación.

2. Espacio requerido, métodos y equipos de almacenamiento: depende de la cantidad y el método de almacenamiento. Además, las limitaciones de altura y espacio para accesibilidad de personal son puntos a tener en cuenta.

Los ítems de esperas pueden verse involucrados en otros factores, como lo es en los métodos de almacenamiento:

- a. Aprovechar el espacio cúbico: apilar, solapar, usar altillos, etc.
- b. Considerar almacenamiento en espacio exterior.
- c. Hacer que las dimensiones de zona de almacenamiento sean múltiplos de dimensiones de piezas a guardar.
- d. Colocar la dimensión longitudinal (la mayor) del material, estanterías o contenedores de forma perpendicular a los pasillos principales.
- e. Usar ancho de pasillos correcto.

### 2.2.6 Factor servicios

Los servicios hacen referencia a las actividades, instalaciones y personal que sirven a la producción.

1. Instalaciones que suelen pasarse por alto en una distribución: estacionamientos, baños, accesos para el personal, áreas de fumadores, fichas de asistencia, tableros de avisos, equipo de primeros auxilios, equipos de limpieza y basureros. Pequeñas cosas que para los operadores suelen ser muy importantes.

2. Protección contra incendios:

- a. Riesgos de incendio posibles según los diversos materiales o procesos.
- b. Revisar el proyecto de edificio según esta óptica.
- c. Dejar suficiente espacio para el equipamiento de control del fuego, instalarlo donde esté listo para usar e identificarlo para que se lo encuentre fácilmente.
- d. Considerar si son necesarias salidas de emergencia para el personal.

3. Iluminación: una buena iluminación es en realidad menos cara que una mala. Se debe satisfacer:

- a. Eficiencia visual: que la persona pueda ver con todos los detalles necesarios.

- b. Confort visual: evitando innecesaria fatiga y contribuyendo a que se sienta a gusto en su lugar de trabajo.
  - c. Economía: desarrollar ambos puntos anteriores con el menor gasto total.
4. Calefacción y ventilación: en zonas de trabajo donde el calor es un factor, se debe tener en cuenta usar ductos, ventiladores de volumen y forma adecuados o proporcionar la correcta ventilación.
5. Servicios relativos a los materiales:
- a. Mucha maquinaria o personal ocioso.
  - b. Muchos materiales en espera.
  - c. Incumplimientos en los compromisos de entregas.
6. Servicios relativos a la maquinaria: si bien un mantenimiento preventivo puede hacerse durante fines de semana o por las noches lejos de los turnos de trabajo, las emergencias existen. Se debe considerar un espacio adicional para acceso a motores, bombas y todo lo que sea equipos de procesos.

### 2.2.7 Factor edificios

Un edificio ya existente presentará verdaderas limitaciones al layout ya que por su permanencia le impondrá cierta rigidez a la distribución, y con ello al flujo de los materiales. Los edificios que se planifican desde el comienzo poseen mayores libertades.

Es importante destacar que la tendencia es hacia espacios cuadrados o rectangulares, por el aprovechamiento en metros cuadrados en relación al perímetro. Recordar que las operaciones: sucias, ruidosas, olorosas, que produzcan vibraciones, o que sean peligrosas por su capacidad de producir fuego deben mantenerse separadas.

#### Consideraciones de interés para el caso de estudio

1. Ventanas: hacen a los edificios más susceptibles a los cambios de temperatura, humedad, iluminación. El uso o no de ellas viene dado por:
  - a. El trabajo se vea afectado por los cambios en temperatura, humedad, luz.
  - b. Está sujeto a restricciones por polvo, suciedad, contaminación.
  - c. Energía y luz artificial no costosas.
  - d. Trabajo o trabajadores afectados por ruidos externos.
  - e. Seguridad física de los materiales y la confidencialidad (área de almacenamiento).
2. Pisos: la mayor influencia en el layout vendrá dado por la resistencia y los niveles que presente. Todo debería construirse al mismo nivel, de esta forma, al adicionar partes y unir las entre si los sistemas para el manejo de materiales podrán unirlas sin necesidad de utilizar rampas o elevadores.

Tener en cuenta además que no deben ser resbaladizos, tender a absorber el ruido, higiénico y no oloroso, fácil de sujetar equipos si es necesario, de secciones grandes que se pueden mover y reemplazar rápidamente.
3. Cubiertas y techos: se debe considerar la luz natural, la conducción del calor, la acumulación de polvo y el aspecto estético.

4. Paredes: al elegir el tamaño de las aberturas en las mismas, debe prestarse especial cuidado en que permitan la correcta y cómoda circulación de los equipos de manejo de materiales y el personal. Se debe tener en cuenta la necesidad de insonorizarlas.

## 2.3 Del enfoque del análisis de la operación

Citando el primer punto de los enfoques del análisis de la operación<sup>2</sup> para el caso de estudio:

▪ Propósito de la operación: "La mejor manera de simplificar una operación es formulando una manera de obtener los mismos resultados o mejores, sin costo adicional". Esto indica que la manera más simple es ver si dicha operación puede ser eliminada o combinada antes de ser mejorada. Esto se traduce en ahorros de tiempo y disminuciones de costos.

## 2.4 Complemento con el manejo de materiales

El manejo de materiales incluye el movimiento, cantidad, tiempo, control y espacio. Debe asegurarse que las partes se muevan, que ningún proceso se detenga por la llegada temprana o tardía de materiales, entregándose en el lugar correcto sin daños y teniendo en cuenta los espacios de almacén.

- a) Movimiento: involucra el transporte efectivo y transferencia de materiales de un punto a otro.
- b) Cantidad: condiciona el tipo de los equipos empleados.
- c) Tiempo: afecta a la celeridad con la que puede o debe moverse el material en las instalaciones
- d) Espacio: volumen requerido para el almacenaje y el movimiento del material, y espacio necesario para colas y esperas.
- e) Control: consiste en el seguimiento, la identificación y la gestión de los inventarios.

### Finalidad del manejo de materiales

- Bajar gastos y mantener la calidad.
- Aumentar la productividad: mayor utilización de equipos y mano de obra.
- Mejorar las condiciones de trabajo: mayor seguridad del personal (evitando accidentes), menor fatiga y cansancio.
- Mejorar la distribución: llevar materia prima, semielaborada y terminada a los lugares correctos en el momento adecuado.

Para realizar su estudio se deben considerar las técnicas de la ingeniería industrial: estudios de gráficos, análisis de movimientos y tiempos, distribución.

---

<sup>2</sup> Pg. 59 libro "Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo" Freivalds – Niebel. 10ª edición.

## 2.5 Ciclo de Deming

La metodología Deming (figura 2.5-1) busca la optimización constante de las actividades de la organización a través de cuatro etapas: Plan, Do, Check, Act (PDCA). Una vez que se alcanza la última etapa, se debe volver a comenzar. La aplicación del ciclo de Deming permite reevaluar los procesos una y otra vez de forma cíclica asegurando así la mejora continua de la organización.

- ✓ **Plan (Planificar):** se identifica el problema, se crean objetivos para solucionarlo y se designan las acciones para lograr dichos objetivos.
- ✓ **Do (Hacer):** se llevan a cabo los cambios para implantar la mejora propuesta.
- ✓ **Check (Verificar):** una vez que se ha planificado lo que se va a cambiar y se ha procedido al cambio, se miden los resultados.
- ✓ **Act (Actuar):** en la última etapa del ciclo Deming se toman decisiones con base en el aprendizaje obtenido. Si hubo errores, se definen acciones correctivas. Si por el contrario los resultados fueron óptimos, se documenta dicho cambio y se integra dentro de los procesos empresariales.

La base del ciclo de Deming es la autoevaluación en la cual se detectan puntos fuertes que hay que tratar de mantener y otros a mejorar. Alcanzar los mejores resultados, no es trabajo de un día sino que es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos. El aprendizaje constante del laboratorio, el seguimiento de la filosofía, y la participación activa de todas las personas que forman parte de la organización son relevantes para la mejora continua.

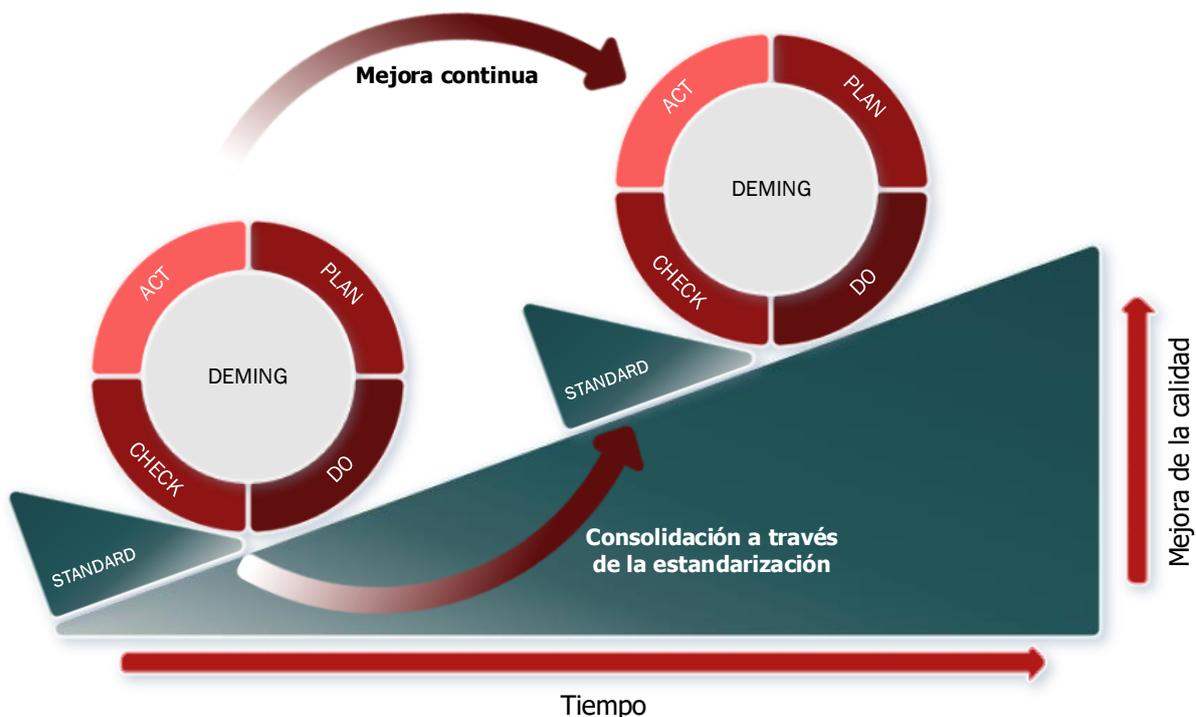


Figura 2.5-1: ciclo PDCA y mejora continua. Fuente: elaboración propia.

## 2.6 Aspectos de la calidad: 5 "S"

Las 5S tienen por objetivo generar un ambiente laboral adecuado así como también mejorar el desarrollo de las actividades y con ello el flujo.

▪ Seiri (clasificar o seleccionar): se debe diferenciar entre los elementos necesarios y los innecesarios, descartando estos últimos. Considerar su utilidad para desarrollar el trabajo y cuál es el tiempo de desuso.

▪ Seiton (ordenar): disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del "Seiri". Se deben clasificar según su uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y optimizar el esfuerzo. Se establece así un lugar organizado funcionalmente, en donde se pueda tomar enseguida lo que se necesite al momento que se requiera. Para que esto se lleve a cabo con éxito se requieren tres definiciones claves a saber:

- ¿Qué artículo se va a almacenar?
- ¿Dónde se ubicará el artículo?
- ¿Cuánto se puede almacenar?

▪ Seisou (limpieza): limpieza permanente del entorno de trabajo, incluidos los equipos y herramientas, pisos y paredes. Un lugar de trabajo limpio origina:

- Un ambiente agradable de trabajo que influye en la motivación de todo el personal.
- Equipos bien mantenidos, lo que se traduce en costos bajos de mantenimiento correctivo.
- Buena visibilidad.
- Que el avance consolidado por las dos primeras S se consolide y mantenga.

▪ Seiketsu (mantener): *el concepto de Deming* se incorpora a las 5S a través del Seiketsu, que indica las tareas de evaluación y retroalimentación del proceso, estableciendo la mejora continua del entorno. Existen varias maneras de evaluar el nivel de cada etapa de las 5S: autoevaluación, evaluación por parte de un consultor experto, evaluación por parte de un superior, una combinación de los tres puntos anteriores o competencia entre diferentes grupos de Mejora Continua.

La forma más sencilla, rápida y efectiva es a través de la autoevaluación mediante una hoja de verificación confeccionada con base en los *tres principios sin*:

- Sin objetos innecesarios.
- Sin desorganización.
- Sin suciedad.

▪ Shitsuke (disciplina): formar el hábito de comprometerse en las 5S mediante el establecimiento de estándares. La disciplina es clave, sin ella toda actividad de mejora a partir del trabajo en equipo estará destinada al fracaso.

El programa de las 5S es una tarea de todos los integrantes de la organización, quienes deben trabajar en conjunto para lograr una eficaz implementación. Enfatiza aspectos básicos como: la información correcta, el orden establecido, el lugar asignado, la visibilidad, etc. detalles que parecen poco relevantes frente a los graves problemas que se debe enfrentar diariamente. Sin embargo, si se descuidan esos pequeños detalles básicos, se desatienden las causas de muchos problemas graves que requerirán

atención. Entre ellos, los que se buscan desarrollar en el presente proyecto: la trazabilidad y el mejoramiento del flujo.

## 2.7 Medición del flujo

### 2.7.1 Medición cualitativa

Importante para evaluar las alternativas de proximidad entre departamentos. Se utilizan estándares (tablas 2.7-1 y 2.7-2) y puede ampliarse con el agregado de una tabla que indique las razones para su valoración, en las cuales el criterio es elegido por el distribuidor.

Valores	Cercanía
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Innecesaria (Unimportant)
X	Indeseable

Tabla 2.7-1: estándares de cercanía.  
Fuente: Richard Muther "Systematic Layout Planning".

Código	Razón
1	Frecuencia de uso alta
2	Frecuencia de uso medio
3	Frecuencia de uso bajo
4	Flujo de información alto
5	Flujo de información medio
6	Flujo de información bajo

Tabla 2.7-2: razones de cercanía.  
Fuente: Richard Muther "Systematic Layout Planning".

Pasos a seguir (figura 2.7-3):

- 1) Listar los departamentos involucrados.
- 2) Conducir sondeos con personal de cada uno de ellos y con el responsable de área de ellos.
- 3) Definir un criterio para asignar los valores de cercanía y registrar las razones para asignarlos en el diagrama de afinidades.

- 4) Establecer los valores y razones para cada par de departamentos.
- 5) Permitir la participación de todos en el desarrollo del diagrama para dar una oportunidad de discusión y evaluación de todos los cambios necesarios en la gráfica.

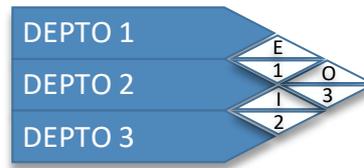


Figura 2.7-3: ejemplo de diagrama de afinidades.  
Fuente: elaboración propia.

## 2.8 Requerimientos de espacio

Se determinan los requerimientos de espacio de las máquinas (de aquí en adelante *equipos* o *equipos de laboratorio*) para cada departamento donde el cálculo se establece como la multiplicación del ancho total (estáticos más dinámicos; desplazamientos a derecha e izquierda del operario) por la profundidad total (estático más dinámicos; desplazamientos máximos desde y hacia el operario). A esto se le agrega las necesidades de espacio para mantenimiento y servicios auxiliares. La suma resultante será el espacio total requerido por ese equipo.

- Superficie estática del equipo ( $\Delta E_{equipo}$ ).
- Superficie dinámica del equipo ( $\Delta D_{equipo}$ ).
  - Apertura de puertas.
  - Movimientos de partes.
- Superficie destinada para el Material: ( $\Delta mat.$ ).
  - Recibidos y almacenados.
  - En proceso.
  - Herramientas.
- Superficie de mantenimiento: ( $\Delta mant.$ ).
- Superficie de gravitación: área trabajo operador ( $\Delta op$ ).
- Superficie equipos auxiliares: ( $\Delta eq. aux.$ ).

$$\Delta_{total} = (\Delta E_{equipo}) + (\Delta D_{equipo}) + \Delta_{mant.} + \Delta_{mat.} + \Delta_{eq. aux.} + \Delta_{op}$$

$$\Delta E_{equipo} = (A \times P)$$

$$\Delta D_{equipo} = (A_{movimiento} \times P_{movimiento})$$

$$\Delta_{mantenimiento} = (A \times P)$$

$$\Delta_{material} = (A \times P)$$

$$\Delta_{auxiliar} = (A \times P)$$

$$\Delta_{operador} = (0.4 [m] \times A) \times N$$

\*  $A = ancho$

- \*  $P = \text{profundidad}$
- \*  $N = \text{número de lados del equipo donde trabaja el operador}$

Donde  $A$  es la longitud del lado del equipo donde el operador realiza sus trabajos y  $N$  la cantidad de lados. En ocasiones el  $\Delta mant$  puede desestimarse a razón de utilizar el espacio entre equipos o pasillos.

Deben dejarse por lo menos 76 cm de pasillo para movimiento de personal entre objetos estacionarios y se les adiciona un espacio en función al área requerida por el equipamiento, carga y personal (tabla 2.8-1):

Si el tamaño de la mayor carga es:	El porcentaje de espacio destinado para pasillo es <sup>3</sup> :
Menor a 0.56 [m <sup>2</sup> ]	5-10
Entre 0.56 [m <sup>2</sup> ] y 1.11 [m <sup>2</sup> ]	10-20
Entre 1.11 [m <sup>2</sup> ] y 1.67 [m <sup>2</sup> ]	20-30
Mayor a 1.67 [m <sup>2</sup> ]	30-40

Tabla 2.8-1: estándares para pasillos.  
Fuente: Richard Muther "Systematic Layout Planning".

## 2.9 Gestión de proceso de almacenamiento eficiente

Al determinar los requerimientos de un almacén se debe tomar en cuenta: niveles de inventario, unidades de almacenamiento, métodos y estrategias de almacenamiento, equipos necesarios, restricciones edilicias y necesidades del personal.

La gestión de proceso de almacenamiento se define como el proceso de la función logística que incluye la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo (materias primas, semielaborados, terminados) así como el tratamiento de la información de los datos generados. La gestión de proceso de almacenamiento no debe confundirse con la gestión de inventarios, para lo cual se deja en claro (figura 2.9-1):

<sup>3</sup> Expresado como porcentaje del área total requerida para equipamientos, material y personal.

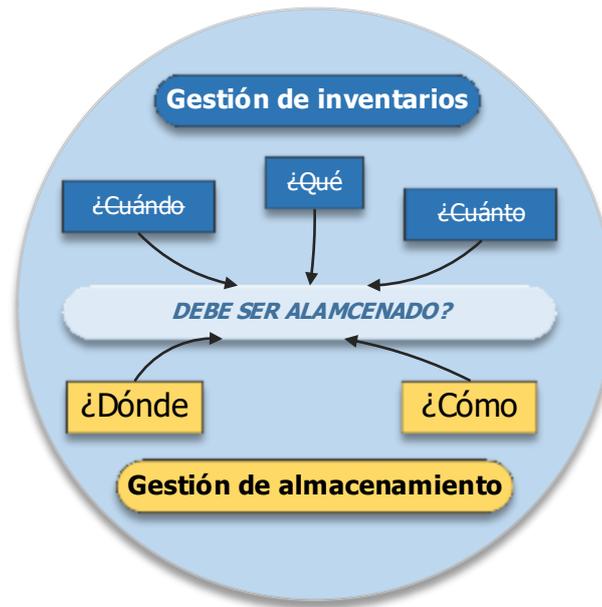


Figura 2.9-1: diferencia entre GI y GPA.  
Fuente: elaboración propia.

Los objetivos que debe plantearse una gestión de almacenes son:

- Rapidez de entregas.
- Fiabilidad.
- Reducción de costos.
- Maximización del volumen disponible.
- Minimización de las operaciones de manipulación.

Los beneficios que justifican su importancia son:

- Reducción de tareas administrativas.
- Agilidad en el desarrollo del resto de procesos logísticos (expedición).
- Optimización de costos.
- Reducción de tiempos de proceso.
- Nivel de satisfacción del cliente.

Es relevante destacar además las importancias a partir de un almacenaje correcto:

1. Reducción de riesgos y aumento de la seguridad del personal: considerar el sitio adecuado para cada material y medios suficientes para su movimiento (se evita colocar el material donde y como se pueda)
2. Satisfacción y elevación de la moral del personal: por la reducción de esfuerzos corporales inútiles en personal de almacén o por evitar paro del personal directo por fatiga, accidentes, etc.
3. Incremento en la producción: en el caso del estudio presente, se lograría un aumento en la productividad debido a la reducción de tiempos en búsquedas de muestras y un mejor aprovechamiento en el uso del espacio.

4. Mejor aprovechamiento del espacio disponible: la utilización de las alturas, además de los espacios horizontales
5. Fácil supervisión y realización de control físico y administrativo: en una disposición amontonada o difícilmente accesible es prácticamente imposible su realización.
6. Disminución de errores y confusiones: por un correcto ordenamiento.
7. Disminución de pérdidas e inutilidades: "muertos de almacén", se guardan por si acaso ocupando lugar y producen pérdidas de tiempo.
8. Facilidad de acomodamiento a cambio de condiciones: la flexibilidad en el método de almacenamiento permite adaptarse a los cambios de los distintos materiales.

### **Principio de los recursos**

Otro punto a destacar es el uso de los recursos disponibles y para ello se establecen los siguientes principios:

- Utilizar el volumen y no solo las superficies de los almacenes. Es necesario tarimas resistentes y adecuadas, con equipamientos que alcancen la altura adecuada.
- Depósitos organizados para evitar nuevas manipulaciones innecesarias.
- Evitar depositar materiales directamente sobre el suelo (salvo necesidad extrema).
- Ubicar el almacén de recepción cercano a las primeras operaciones de producción, evitando usar algún transporte en equipos pesados por ejemplo.
- Evitar estaciones intermedias, que el material fluya continuamente.
- Evitar trámites de papeleo al planear las operaciones. Tratar que el trabajo administrativo esté cercano de las operaciones.

### **Factores que afectan el almacenaje**

Se debe conocer cada factor y establecer su importancia en cada caso. Algunos de ellos son evidentemente similares a los puntos de los *factores de la distribución* ya establecidos. Esto es así porque se hace uso de ellos para analizar cada almacén:

- Material: ¿qué se almacena?, las soluciones a adoptar dependen de las características físicas, químicas, de presentación, finalidad, etc.
- La espera: causa por la que se origina el almacenamiento o espera.
- Movimientos: conjunto de movimientos y rutas del manejo de materiales.
- Equipamiento: elementos o equipos para el movimiento y espera de materiales.
- Espacio: la ubicación y ordenamiento (ingreso de equipos, circulación, seguridad, etc.).
- La evolución: variables que afectaran el futuro a la solución adoptada. Se debe tender a la flexibilidad adecuada para cada caso.

## 2.10 Código de barras y el código QR

La codificación de los materiales permite una rápida, sencilla y precisa lectura y transmisión de datos de los artículos a los cuales hay que darles seguimiento o que requieran ser administrados. Pueden ser impresos directamente en sobres, cajas, latas, empaques, archivos, entre otros.

La mejor opción para controlar inventarios de manera simple y económica es a través de los códigos de barra y QR.

### Código de barras (unidimensional)

El código de barras (figura 2.10-1), de aquí en adelante *CBr*, tiene la ventaja que en la parte inferior es posible leer su contenido, por lo general números. Por otro lado, su desventaja es que no permiten una gran cantidad de datos codificados (figura 2.10-2), dando información limitada abocado a: lote, procedencia, cantidad en existencia, etc.



Figura 2.10-1: código de barras, lectura unidimensional.  
Fuente: VerifID.

Código	Máxima cadena de caracteres	Utilizado en
128	Hasta 106	Logística, identificación de productos, billetes y envíos
39	Hasta 43	Manufacturas, identificación de producto terminado en general
93	Hasta 47	Este código solo ayudó a expandir las características de código 39
EAN ("European Article Numbering")	8 a 13 caracteres	Para la identificación de productos del mercado europeo
EAN/UCC ("EAN international – Uniform Code Council")	7 a 12 caracteres	Se utiliza en los empaques de los productos que generalmente están en los anaqueles de venta

Tabla 2.10-2: cantidad de caracteres que puede almacenar un CBr.  
Fuente: VerifID.

### Código QR (o bidimensional)

Los códigos QR ("Quick Response") son un módulo para almacenar información en un código bidimensional (figura 2.10-3). Estos, a diferencia de los CBr:

- Almacenan más información y de todo tipo: dirección de un sitio web, dirección de email, información de contacto, características de un producto u otro (tabla 2.10-4).
- No requieren de pistolas lectoras o equipos especiales para su lectura: basta cualquier computadora, teléfono inteligente o Tablet.
- Su desventaja es que el código fuente es totalmente abierto, por lo que cualquiera puede acceder. Sin embargo, esto puede ser superado con una capa de seguridad que restrinja los accesos.

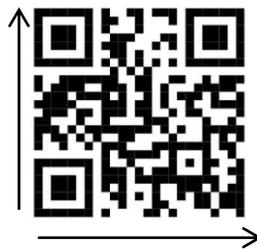


Figura 2.10-3: código QR, lectura bidimensional.  
Fuente: VerifID.

Capacidad de datos del código QR	
Solo numérico	Máx. 7089 caracteres
Alfanumérico	Máx. 4296 caracteres
Binario	Máx. 2953 caracteres
Kanji/Kana (caracteres japoneses/chinos)	Máx. 1817 caracteres

Tabla 2.10-4: cantidad de caracteres que puede almacenar un código QR.  
Fuente: VerifID.

## 2.11 Lenguaje de modelado unificado (UML). Requerimientos

EL UML está respaldado por el OMG ("Object Management Group"), encargado del mantenimiento de estándares y nuevas versiones del lenguaje unificado. UML proporciona diagramas que esquematizan los requisitos que facilitan el desarrollo del software.

1. **Los requisitos funcionales** especifican lo que un sistema de software debe poder hacer: interacción del sistema con el entorno (usuarios) y los servicios o funciones que devolverá el sistema. Puede ser documentado de varias maneras, los más comunes son descritos en casos de uso y el diagrama de actividad ofrece una herramienta gráfica para modelar el proceso de los mismos.

**Símbolos del diagrama de actividades aplicados en el presente proyecto**

✓ **Inicio y fin del diagrama:** se grafican según la figura 2.11-1:

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
Punto de inicio del proceso	●
Punto final del proceso	◎

Tabla 2.11-1. Fuente: elaboración propia.

✓ **Actividad:** es una serie de acciones que asigna un valor a un atributo, crea o destruye un objeto, efectúa una operación, invoca un método de otro objeto o del propio objeto, envía una señal a otro objeto o a sí mismo, etc. (figura 2.11-2).



Figura 2.11-2. Fuente: elaboración propia.

✓ **Señales:** en un diagrama de actividades es posible implementar el envío asíncrono de una señal por parte de un objeto así como la recepción de una señal por un objeto.

En la figura 2.11-3 la sección izquierda muestra una actividad de envío de una señal asíncrono: tras el envío de la señal, el objeto pasa a la actividad siguiente. La sección derecha muestra la recepción de una señal la cual es bloqueante. El objeto debe recibir la señal antes de poder pasar a la actividad siguiente.



Figura 2.11-3. Fuente: elaboración propia.

✓ **Actividades compuestas:** una actividad puede estar compuesta de otras actividades. Cuando eso ocurre, un diagrama de actividades específico describe su composición en subactividades. Las actividades compuestas se representan en los diagramas en los que están presentes mediante un símbolo de horquilla (figura 2.11-4).

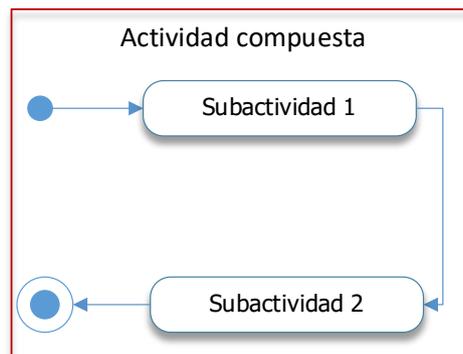


Figura 2.11-4. Fuente: elaboración propia.

✓ Las actividades que se realizan en paralelo pueden simbolizarse como se muestra en la figura 2.11-5:

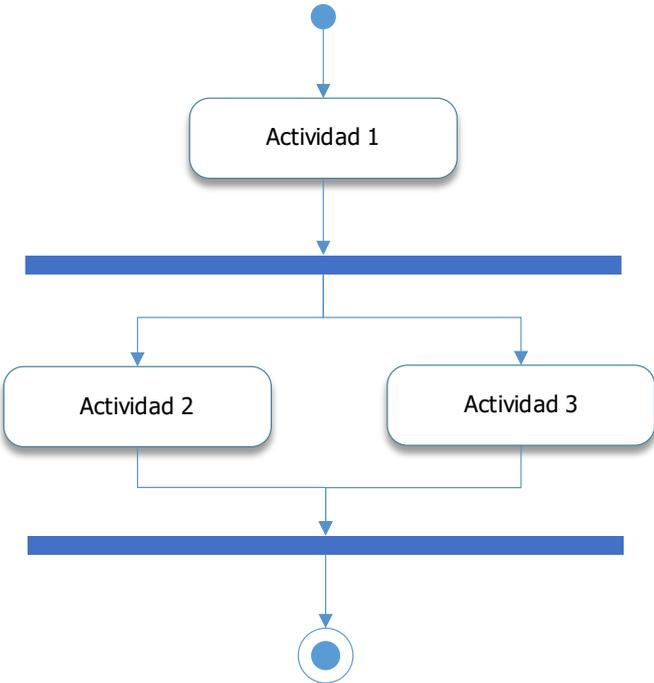


Figura 2.11-5. Fuente: elaboración propia.

✓ **Decisiones:** simbolizadas mediante un rombo permiten definir, con base en el cumplimiento de una condición, el camino que proseguirá (figura 2.11-6).

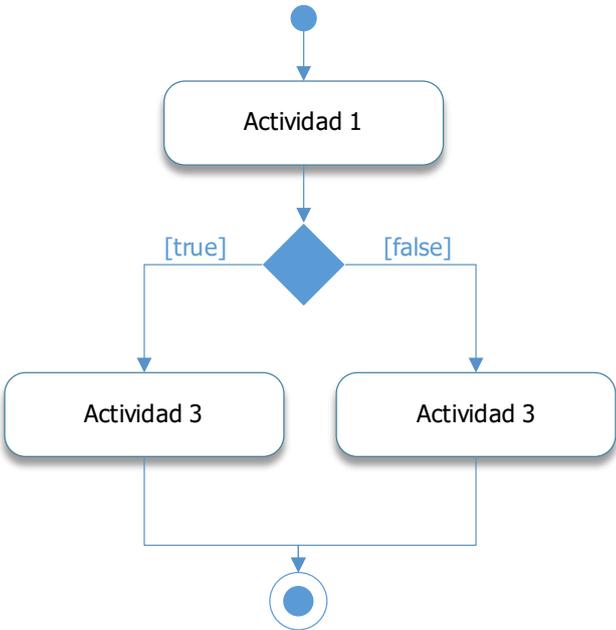


Figura 2.11-6. Fuente: elaboración propia.

Los diagramas de actividades, como representación gráfica de los casos de uso para UML, se dividen en particiones o calles (figura 2.11-7). A cada calle le corresponde el objeto responsable de la realización de todas las actividades contenidas en esa calle o partición (usuario).

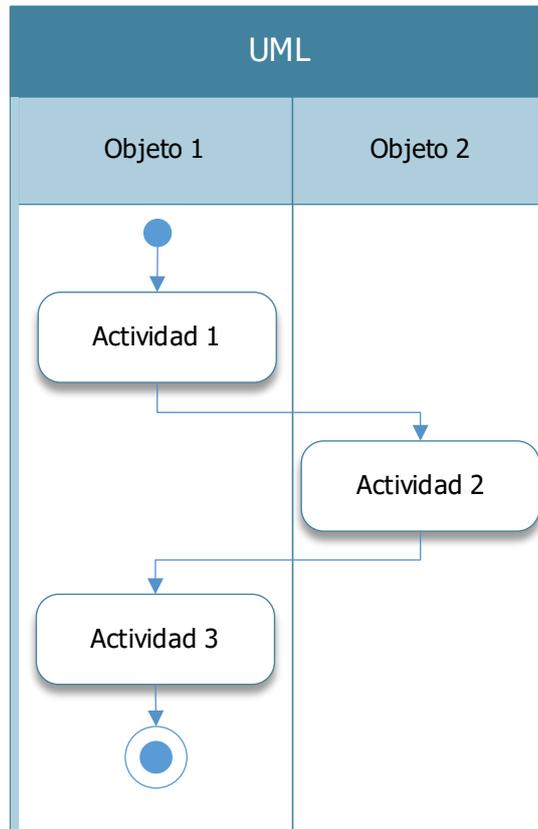


Figura 2.11-7. Fuente: elaboración propia.

2. **Los requisitos no funcionales** indican el *cómo* lo hace el sistema de software, muy relacionado con la calidad del mismo: rendimiento, escalabilidad, fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento, seguridad, lenguaje de programación utilizado o interfaz gráfica.



## CAPÍTULO 3. LAMYEN

---



### 3.1 ORIGEN DEL LABORATORIO

El Laboratorio de mediciones y ensayos (LAMYEN) se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Dicho laboratorio depende del Departamento de Ingeniería Eléctrica, y forma parte del Grupo de CIESE (Centro de I+D en ingeniería eléctrica y sistemas energéticos). Su creación se formalizó a través de la resolución N°245/2000 del Consejo Académico.

El mismo tiene por función ensayar productos para fines de certificación, estando acreditado por un organismo que forma parte de un país MLA (con acuerdos multilaterales ILAC), los ensayos son reconocidos a nivel internacional. Adicionalmente, efectúa otras actividades de extensión a fines, tales como mediciones de puestas a tierra, inspección de instalaciones eléctricas y ensayos de disyuntores.

La organización comenzó en marzo de 1999 a partir de la necesidad creada por la resolución 92/98. El estado Argentino reconoce la necesidad de mejorar los productos que se fabrican en el país y así poder participar en los mercados internacionales con el objeto además de proteger a la comunidad, evitando que se comercialicen productos que pueden generar un daño o significar un riesgo para la salud del consumidor.

La resolución exige que: [...] "...los fabricantes, importadores, distribuidores, mayoristas y minoristas de los productos... deberán certificar o exigir la certificación del cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad... otorgada por un organismo de certificación acreditado por el Organismo de Acreditación Argentina (OAA)", con el objeto de poder comercializarlos en el país.

En septiembre de 1999, el LAMYEN obtuvo el reconocimiento de la Dirección Nacional de Comercio Interior (DNCI) a través de la disposición 1005/1999, quedando de esta manera legalmente habilitado para ejercer sus funciones.

En el año 2003 recibe el reconocimiento formal del Organismo de Argentina de Acreditación, convirtiéndose en el primer laboratorio universitario acreditado para ensayos de seguridad eléctrica. Posteriormente en el año 2014 anexa dos rubros asociados a seguridad eléctrica: eficiencia energética y compatibilidad electromagnética y en el año 2015, a raíz de que los instrumentos utilizados debían estar calibrados según laboratorios acreditados por el OAA y ser enviados fuera de la provincia para tal fin, surge el LABMET (laboratorio de calibraciones), el cual actualmente se encuentra emplazado dentro del LAMYEN en la Universidad Tecnológica Nacional de Santa Fe y compartiendo no solo el espacio, sino también su sistema de calidad.

Desde entonces mantiene ininterrumpidamente su condición de laboratorio acreditado, demostrando su sólida capacidad técnica y desarrollo de actividades bajo estándares.



## 3.2 LOCALIZACIÓN

El laboratorio funciona dentro de las instalaciones de la UTN FRSF, con dirección Lavaisse 610 - Santa Fe, Argentina (figura 3.2-1). El mismo se encuentra ubicado en el extremo norte de las instalaciones del departamento de ingeniería eléctrica, en la parte interna oeste de la de Facultad Regional Santa Fe (figura 3.2-2).

Cuenta con un espacio físico cubierto aproximado de 250 m<sup>2</sup> y una dependencia anexa de 20 m<sup>2</sup> utilizada para ensayos riesgosos. En el caso de trabajos en el que se requiera mayor espacio o, sea difícil la manipulación del equipo dentro de la instalación (como los ensayos IP "International Protection"), se realizan en el patio exterior previa verificación de los valores, condiciones ambientales y otros factores que puedan influir en los resultados.



Figura 3.2-1: localización de la UTN FRSF. Fuente: Google Maps.

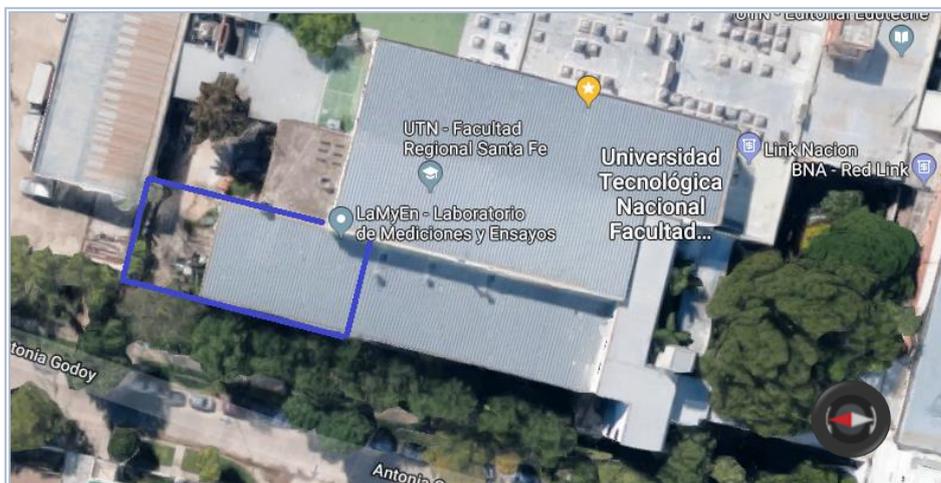


Figura 3.2-2: localización del LAMYEN dentro de la universidad. Fuente: Google Maps.

## Nueva localización

A comienzos del 2014 el laboratorio ya traía un crecimiento de trabajo en donde el espacio físico comenzaba a generar inconvenientes:

- El flujo y trazabilidad de las muestras: en épocas de alta demanda de trabajos.
- Motivos de posibilidad de desarrollo: muchos proyectos de nuevas normas se desestimaron por no haber mayor espacio impidiendo el crecimiento en cuanto al uso de nuevos equipos, áreas de trabajo para muestras, mayor cantidad de personal capacitado, entre otros.
- Cambios en normativas: otra razón de falta de espacio se aprecia cuando en un área cae la demanda de trabajo pero resurge en otra. Los equipos de dicha área que no están activos ocupan espacio y no es sencillo suprimirlos, sabiendo que aún se utilizan ocasionalmente en algunos ensayos y entendiendo que la normativa puede volver a dar un giro y producir un aumento de la demanda para ese sector. Un ejemplo claro es seguridad eléctrica: una vez realizado los ensayos se tiene que hacer un *control* a los 6 meses, pudiendo en el año siguiente cambiar la resolución y efectuarse cada 12 meses (disminución de la demanda de trabajo).

Es así que surge una fuerte decisión por parte de la dirección para el traslado de áreas hacia el nuevo laboratorio situado en el parque tecnológico litoral centro (PTLC) (figura 3.2-3). El emplazamiento, que posee su estructura edilicia terminada, cuenta con una distribución de la siguiente forma:

- ✓ Área de almacenamiento.
- ✓ Área técnica.
- ✓ Área directiva.
- ✓ Área de recepción clientes.



Figura 3.2-3: nuevo laboratorio. Fuente: Google Maps.

### Unidades ejecutoras (UE)

Se denomina Unidad Ejecutora N°1 (UE1) al laboratorio localizado en las instalaciones de la Facultad, mientras que la Unidad Ejecutora N°2 (UE2) será la que se encuentra en el PTLC. Los problemas en el flujo de la UE1 son detallados en el Capítulo *diagnóstico*, mientras que la UE2 se introducirá en el Capítulo 5 *decisión de traslado y reubicación de áreas*.

## 3.3 ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL Y VINCULACIÓN LEGAL

La vinculación del laboratorio con la estructura de la Universidad se muestra en la figura 3.3-1:

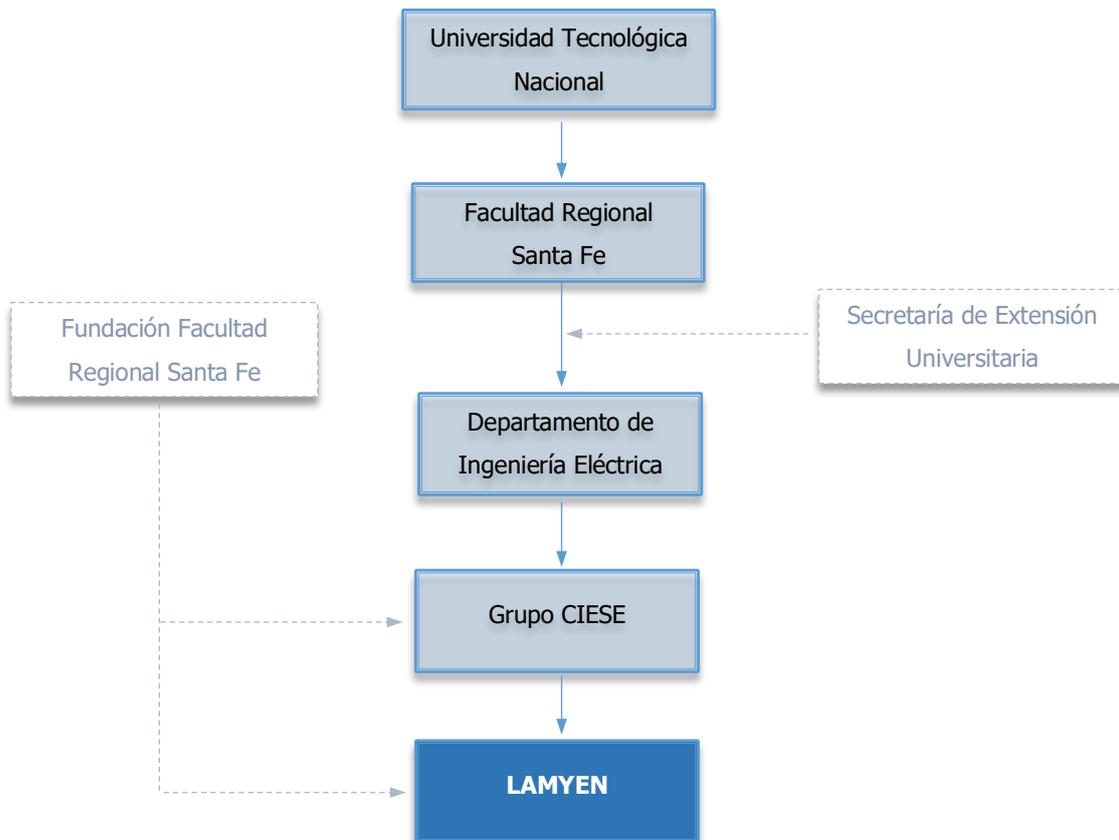


Figura 3.3-1: Organigrama y vinculación legal. Fuente: LAMYEN.

Las funciones son las siguientes:

- **Universidad Tecnológica Nacional:** persona Jurídica (Ley 14.855) que asume las responsabilidades del laboratorio
- **Facultad Regional Santa Fe:** representante ante el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) a través del convenio correspondiente mediante la firma del Decano. Provee de forma parcial o total la infraestructura, equipamiento y personal para el funcionamiento de la organización.

- **Fundación Facultad Regional Santa Fe:** brinda apoyo en la percepción, administración y disposición de los recursos provenientes de los servicios, transferencias y desarrollos (resolución CA 126/2001).
- **Departamento de ingeniería Eléctrica:** en conjunto con el Consejo Departamental y el Director de Departamento velan por la aplicación del Estatuto Universitario, supervisan las actividades de los laboratorios y proponen al decano las designaciones del personal.
- **Grupo CIESE:** el Centro de I + D en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos coordina actividades y establece las políticas generales del funcionamiento de sus integrantes: el Grupo de Investigación en Sistemas Eléctricos de Potencia (GISEP) y el Grupo de Control y Seguridad Eléctrica (CYSE). Este último es del cual depende el LAMYEN.
- **Secretaría de Extensión Universitaria:** relaciona la universidad con el entorno, promoviendo el desarrollo cultural, transfiriendo y divulgando el conocimiento y la prestación de servicios.

### 3.4 ORGANIGRAMA INTERNO

El organigrama interno se muestra en la figura 3.4-1. El laboratorio cuenta aproximadamente con la acción mancomunada de 50 personas, un volumen de más de 360 productos ensayados mensualmente, y desde su creación hasta la fecha, más de 14000 ensayos entre nacionales e internacionales. Además:

- Personal altamente capacitado y competente, compuesto por 10 ingenieros y 35 técnicos (estos últimos en su mayoría estudiantes de ingeniería)
- Instrumental de medición de alta tecnología, como así también dispositivos de ensayo construidos con base en las especificaciones de las normas.
- Biblioteca actualizada, de aproximadamente más de 1000 normas IRAM, IEC, ISO y otras.

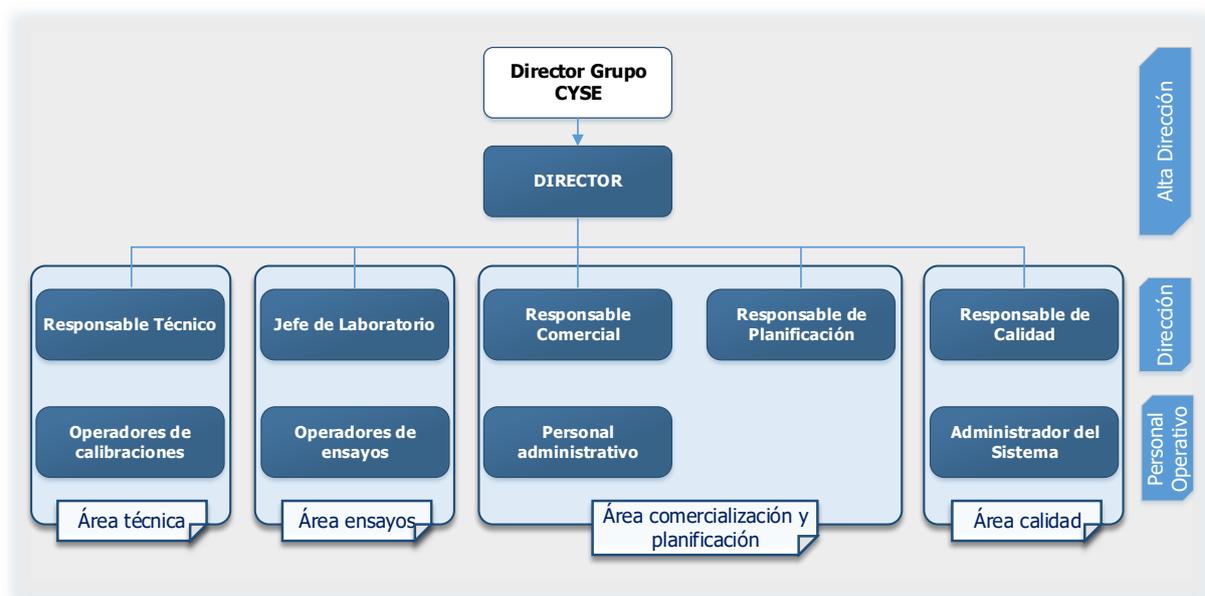


Figura 3.4-1: Organigrama interno. Fuente: LAMYEN.

## 3.5 SERVICIOS Y TRABAJOS DEL LAMYEN

### 3.5.1 Seguridad eléctrica



#### SEGURIDAD ELECTRICA

La resolución 169/18 de la Secretaria de Comercio (evolución de la resolución 92/98) de seguridad eléctrica, obliga a certificar todo el equipamiento eléctrico de baja tensión (hasta 1000 V de alterna o 1500 V en continua), previo a su comercialización en el país. Las actividades del

laboratorio se pueden agrupar en las siguientes normativas:

- IEC 60034: motores eléctricos y generadores.
- IEC 60065 e IRAM 4029: equipos electrónicos de audio, video y similares.
- IEC 60204: equipamiento eléctrico de máquinas.
- IEC 60335 e IRAM 2092: electrodomésticos.
- IEC 60529: ensayos de índice de protección IP.
- IEC 60598: luminarias.
- IEC 60745: máquinas y herramientas manuales.
- IEC 60900 y EN 60900: herramientas aisladas para trabajos con tensión.
- IEC 60950: equipos informáticos y de oficina.
- IEC 60974: soldadoras de arco.
- IEC 61029: máquinas herramientas semifijas.
- IEC 61347: balastos.
- IEC 61558: transformadores, fuentes de alimentación.
- IEC 62031 e IEC 62560: equipos LED.
- IEC 62109: inversores de potencia para paneles solares.
- IEC 62776: tubos LED.
- IEC 62838: lámparas LED de tensiones menores a 50 V.

### 3.5.2 Compatibilidad electromagnética



#### COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA

El equipamiento electrónico es susceptible de ser afectado por perturbaciones electromagnéticas de su entorno. En algunos casos esto puede producir alteraciones en el funcionamiento, que pueden ser críticas cuando afectan la seguridad o bien cuando intervienen

en metrología legal: electrodomésticos, equipos electro médicos, balanzas, cinemómetros, controladores programables, etc. El LAMYEN abarca estos ensayos de inmunidad siendo agrupados en:

- IEC 61000-4-2: inmunidad contra descargas electrostáticas.
- IEC 61000-4-3: inmunidad contra campos electromagnéticos radiados (hasta 3,2 Ghz).
- IEC 61000-4-4: inmunidad contra ráfagas y transitorios eléctricos rápidos.
- IEC 61000-4-5: inmunidad contra sobretensiones.

- IEC 61000-4-6: inmunidad contra disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.
- IEC 61000-4-8: inmunidad contra campos magnéticos a frecuencia industrial de red.
- IEC 61000-4-11: inmunidad contra caídas de tensión e interrupciones.
- IEC 61000-4-13: inmunidad contra armónicas e interarmónicas.

### 3.5.3 Eficiencia energética



#### EFICIENCIA ENERGETICA

Los equipos eléctricos de uso doméstico consumen una parte significativa de la energía eléctrica total del país. Por esta razón, la resolución 319/99 de la Secretaría de Industria Comercio y Minería, exige el etiquetado de eficiencia energética en varios productos. Para la certificación se requieren diversos ensayos normalizados, dentro de

los cuales el LAMYEN realiza:

- IRAM 62301: consumo en modo de espera (standby).
- IRAM 62404-2: lámparas fluorescentes – etiquetado.
- IRAM 62404-3: lámparas LED.
- IEC 60081: lámparas fluorescentes de doble casquillo.
- IEC 60969: lámparas fluorescentes con balasto integrado.
- IRAM 62407: balastos para lámparas fluorescentes.
- IRAM 62409: motores de inducción monofásicos.
- IRAM 62405: motores de inducción trifásicos.
- IRAM 62410: calentadores de agua eléctricos de acumulación.
- IRAM 62411: televisores en modo encendido.
- IRAM 62412: hornos microondas.
- IRAM 62414-1 y 2: hornos eléctricos empotrables y portátiles.

### 3.5.4 Calibración



#### CALIBRACIONES Y METROLOGIA

La importancia de realizar mediciones en forma adecuada y asegurar la trazabilidad de los resultados resulta evidente. Diferentes normativas y reglamentaciones (aplicables a cuestiones diversas como la certificación de sistemas de calidad, la metrología legal y las

mediciones realizadas en laboratorios entre otras) exigen la calibración de los instrumentos de laboratorios. El LABMET (Laboratorio de metrología del LAMYEN) ofrece servicios de calibración en las instalaciones de cliente atendiendo paradas de planta y calibraciones de instrumentos críticos. Tiene entre sus trabajos:

- Magnitudes eléctricas:
  - Multímetros y calibradores (tensión hasta 1000 V, corriente hasta 20 A, frecuencia, capacidad y resistencia).
  - Pinzas amperométricas hasta 600 A.
  - Osciloscopios.

- Vatímetros hasta 1000 V y 20 A.
- Tacómetros ópticos y sensores de velocidad.
- Sensores y lazos de procesos (lazos 4-20 mA, 0-10 V).
- Temperatura:
  - Sensores (TC, RTD) solos o en conjunto con indicador de -80 a +660 °C.
  - Indicadores (TC, RTD) desde -200 a 1370 °C.
  - Mapeos térmicos / caracterizaciones de medios.
- Presión:
  - Manómetros hasta 300 bar y manómetros diferenciales.
- Tiempo: cronómetros y temporizadores.
- Masa: balanzas de 1mg hasta 100 kg.
- Humedad relativa: termohigrómetros desde 11 a 93% HR.
- Otros: medidores de pH, conductividad, micropipetas.

### 3.5.5 Ensayos reducidos

Dentro del laboratorio existen 5 ensayos más comunes que se realizan rápidamente denominados *ensayos reducidos*, ya que solo se deben hacer trabajos sobre algunos puntos de la norma. Se dan en las muestras tipo herramientas, iluminarias y electrodomésticos, todos ellos haciendo hincapié en cuanto a seguridad eléctrica:

- Tensión resistida (ensayo más realizado).
- Corrientes de fuga (ensayo más realizado).
- Megado.
- Accesibilidad.
- Ensayo de fuego.

### 3.6 DESCRIPCIÓN

Los artículos arriban al establecimiento a través de un servicio tercerizado a cargo del cliente (de aquí en adelante empresa, consultora o certificadora, a menos que sea necesaria la aclaración).

Cada muestra viene acompañada de un acta que detalla el producto a analizar, los requerimientos que se solicitan para el mismo y sus plazos. Se realiza una inspección, se transporta al laboratorio, almacena, ensaya y vuelve a almacenarse, para luego definir el fin de la misma según especificaciones del cliente. Los retiros (de aquí en más envío, despacho o devoluciones) quedan a cargo de este último (figura 3.6-1).

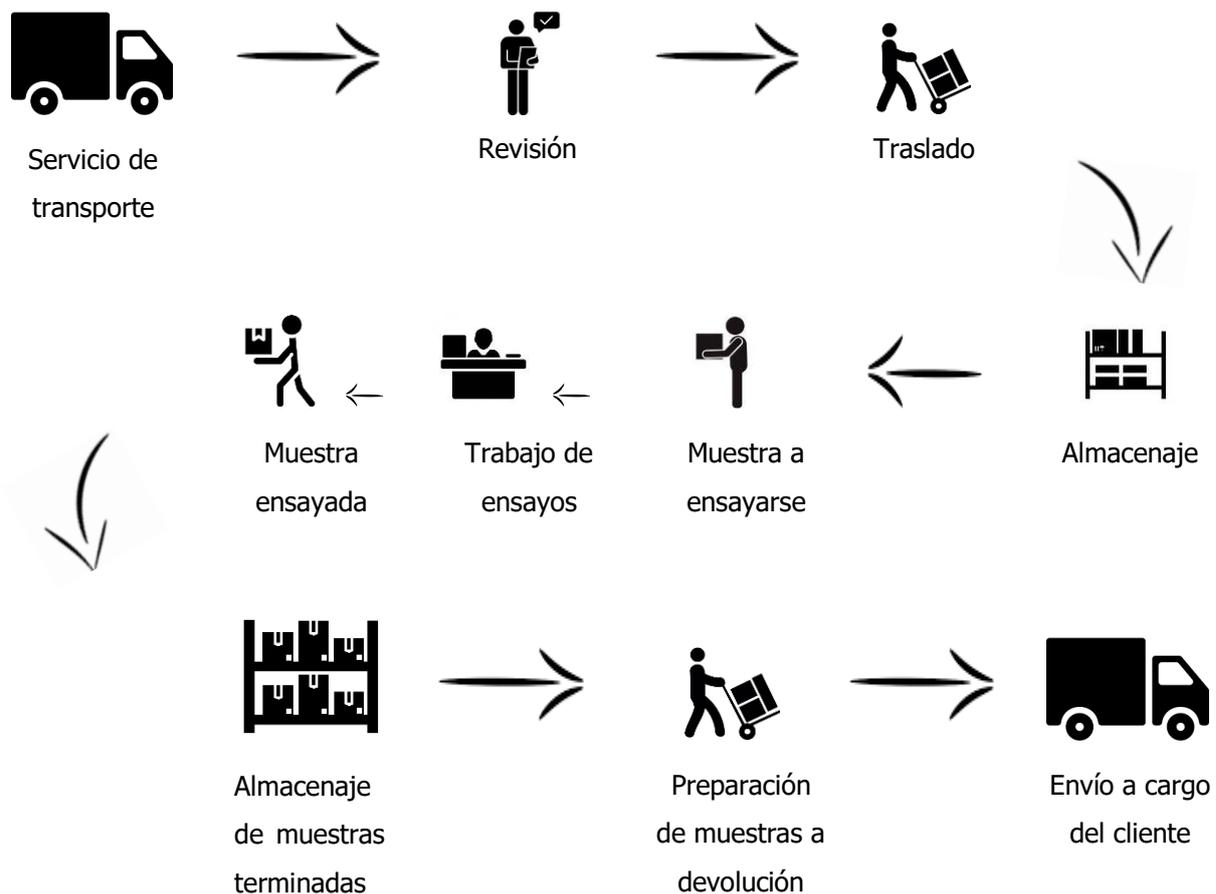


Figura 3.6-1: descripción general del laboratorio. Fuente: elaboración propia.

Es de importancia destacar que, dentro del laboratorio, además de las muestras es posible encontrar las llamadas *contra muestras*. Éstas son de similares características a las originales y son enviadas por el cliente debido a diferentes razones. Una de ellas es, por ejemplo, para reemplazo por rotura de la original o por un incumplimiento grave en los ensayos. La contra muestra continúa de la misma manera el flujo dentro del laboratorio comenzando por el principio: la recepción.



✓ No pasa comunes: aquellos casos leves donde, por ejemplo, no posea manual, errores en marcado, etc. y la muestra asume un estado *standby*, quedando almacenada. Esto quiere decir que, cuando el cliente envía una corrección, se puede emitir el reporte sin problemas.

✓ No pasa graves: cuando la muestra no cumple asume un *estado de SUSPENDIDA* y puede suceder que el cliente envíe una contra muestra para verificar nuevamente mediante ensayos o, que finalmente opte por no realizar la certificación (en este caso se decide junto al mismo qué fin darle a la muestra y se le entrega un reporte de no conformidad).

✓ Pasa: todos los ensayos bajo norma se cumplieron sin problemas y asumirá posteriormente el *estado de envío o destrucción* según corresponda.

- **TR emitido**: documentación, TR completo y enviado.

- **Envío o destrucción**: se toma la decisión sobre qué hacer con la muestra (enviar al cliente, almacenar muestra *suspendida* en el depósito subsuelo hasta nuevo aviso, o enviar a su destrucción). Es importante aclarar que los envíos (devoluciones) quedan a cargo del cliente y las pocas muestras destinadas a destrucción son retiradas por la municipalidad o depositado en los puntos de desechos que son tratados en la planta de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en desuso (AEES).

### 3.7 FLUJO FÍSICO DE LA MUESTRA

El laboratorio se divide en 4 áreas importantes: Seguridad Eléctrica (SE), Eficiencia Energética (EE), Compatibilidad electromagnética (CE) y Calibración (CA). Se procede a agrupar las primeras 3 debido a que utilizan prácticamente el mismo lugar de trabajo con el 95% de uno o más tipos de ensayos realizados ahí y comparten almacenes (tabla 3.7-1).

Áreas del laboratorio	Cantidad de muestras ensayadas en dicha área
SE	80%
EE	5%
CE	10%
CA	5%

Tabla 3.7-1. Fuente: LAMYEN.

#### 3.7.1 Vista simple del flujo actual entre almacenes

Actualmente el laboratorio posee un sistema que brinda información del estado en el que se encuentra la muestra (GESCAL): *recibido*, *iniciado (en proceso)*, *finalizado*, *standby*, *suspendido*, *envío o destrucción*, que refleja el movimiento y ubicación estimada de la muestra, pero no su trazabilidad exacta. Únicamente a partir de dos cambios de estados: *recibido* (o también muestra *ingresada al sistema*: aquellas listas para ensayarse) y *finalizado* (muestras con ensayos finalizados), permite deducir en cual de dos del total de almacenes se encuentra la muestra, sin incluir su posición precisa.

El laboratorio posee 5 espacios físicos para el almacenamiento, donde la función de cada uno está dada por el mismo nombre asignado (las áreas conocidas en el laboratorio como *pre-depósito* fueron separadas en *depósito ensayos finalizados* y *recepción* en el presente informe para una mejor comprensión). A continuación, se detalla el circuito de almacenaje y los diferentes estados en los que se puede hallar las muestras dentro de los mismos (figura 3.7.1-1)

- **Depósito recepción:** Las muestras son ubicadas a la espera de ser ingresadas al sistema.
- **Depósito para ensayo:** Las muestras, una vez ingresadas al sistema y proviniendo del almacén de recepción, son llevadas al depósito para ensayos donde esperarán por ser asignadas a un operador. Estado: *recibido*.
- **Depósito ensayos finalizados:** Una vez finalizados los trabajos en el área técnica (ensayos que estaban trabajándose bajo el estado *iniciado* y que se denominará para una mejor comprensión de aquí en adelante *en proceso*), las muestras que no recibieron una corrección de sus RI son almacenadas bajo el estado: *finalizado* y, aquellas que sí y tienen un *no pasa*, pueden asumir dos estados: *standby o suspendida*.
- **Depósito intermedio:** Si la muestra *pasa* los requisitos de los ensayos o el cliente decide no continuar, las muestras son trasladadas al denominado depósito intermedio para establecer su fin. Estados posibles: *envío o destrucción*.
- **Depósito subsuelo:** Aquellos productos almacenados que quedan en *estado suspendido* por un tiempo prolongado, son enviados al almacén subsuelo en donde pueden pasar un periodo considerable (meses o años).

Generalmente las muestras son trasladadas entre depósitos manualmente o mediante zorra.



Figura 3.7.1-1: circuito de almacenaje. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en mayor detalle la relación entre las áreas técnicas y depósitos a continuación:

### 3.7.1.1 Vista simple del flujo entre depósitos y áreas técnicas de SE, EE y CE

El flujo de la muestra en relación con los almacenes y áreas técnica SE, EE, CE se muestra en la figura 3.7.1.1-1



Figura 3.7.1.1-1: flujo de la muestra en relación con los almacenes y área técnica SE, EE y CE.

Fuente: elaboración propia.

- 1) **Solicitud de muestra:** El operador ingresa al sistema GESCAL para conocer el número de muestra asignada a ser ensayada y la retira desde el depósito *para ensayos*.
- 2) **Realización de ensayo:** Se realizan los ensayos pertinentes a cada muestra.
- 3) **Envío a depósito ensayos finalizados:** Una vez finalizados los ensayos, la muestra es dejada por el operador en el depósito ensayos finalizados.

### 3.7.1.2 Vista simple del flujo entre depósitos y el área técnica de calibración

Dentro del laboratorio, el área de calibración se encarga de la puesta a punto de equipos y herramientas que son propias para el trabajo diario y equipos de terceros que arriban para su ajuste.

Al ser un área pequeña y la más apartada de la zona de trabajo general, el flujo es ligeramente diferente (figura 3.7.1.2-1)



Figura 3.7.1.2-1: flujo de la muestra en relación con los almacenes y área técnica de CA.

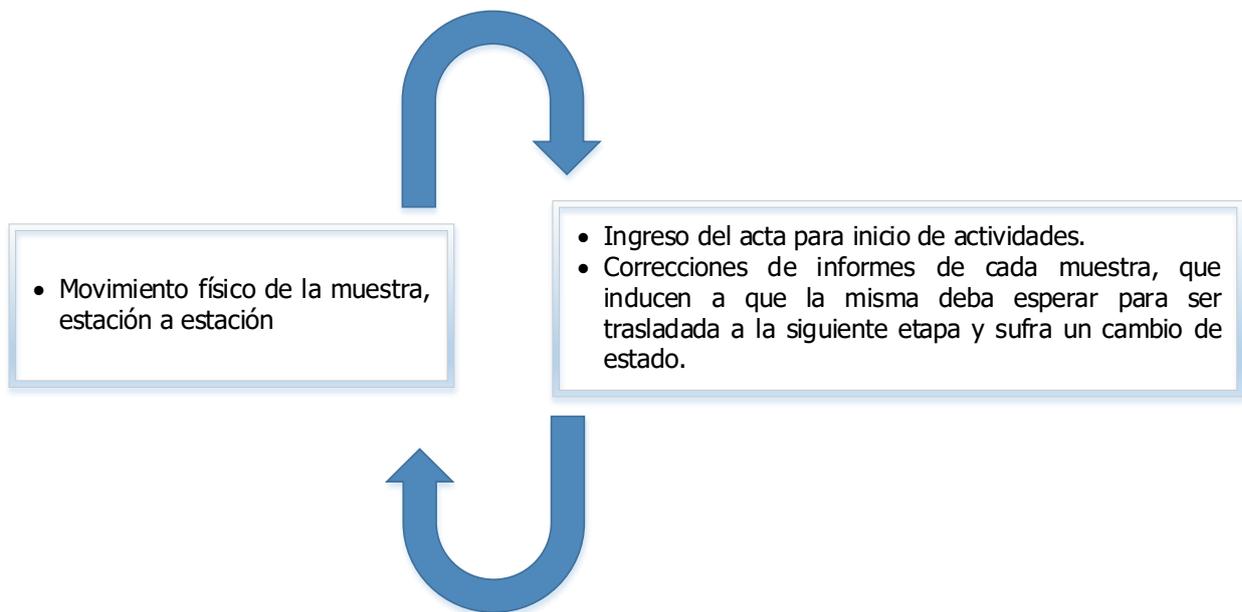
Fuente: elaboración propia.

- 1) **Solicitud de muestra:** El personal del área retira los equipos de terceros del *depósito para ensayos* o también existe la posibilidad de que sea aproximado por el personal de almacén. Aquellos equipos propios del Laboratorio, son calibrados en el momento correspondiente.
- 2) **Realización de ensayo:** Se realiza la calibración.
- 3) **Envío a depósito para ensayos o permanencia en el área:** Una vez finalizados los trabajos, los equipos propios son devueltos a su lugar y aquellos de terceros son almacenados en el área

de *depósito para ensayos* en una estantería pequeña o, se mantienen en la misma área de trabajo para, luego de emitir el TR, ser retirados por el cliente.

### 3.8 REGISTROS INTERNOS

Se debe considerar la conexión que existe entre el flujo físico de las muestras y sus correspondientes documentos, como lo es el acta para iniciar las actividades o el RI que surge al finalizar las tareas de ensayo. Estos son quienes permiten comenzar las actividades o influyen en el cambio de estado al ser corregidos (figura 3.8-1)



*La corrección rápida de los informes guarda relación con el flujo de las muestras*

Figura 3.8-1: importancia de la documentación. Fuente: elaboración propia.

### 3.9 Relaciones externas. Consultoras, certificadoras y laboratorio

Es el cliente quien tiene la necesidad de certificar un producto y su comercialización. Para ensayos en el campo regulado, la toma de muestras la realiza el organismo de certificación y en el campo voluntario, el procedimiento de muestreo es generalmente responsabilidad de quien solicita la certificación (figura 3.9-1).

Para este último caso, el cliente acude con la muestra a la certificadora la cual se encarga de *lacrar* la muestra y establecer en un acta qué ensayos se deben realizar por el laboratorio. Posteriormente la misma certificadora revisa y abala los resultados obtenidos (para el caso del presente proyecto, el TR emitido por el LAMYEN) y, si el producto pasa las etapas de los ensayos correctamente, está listo para ser a comercializado.

Es el cliente quien decide a qué laboratorio llevar a ensayar las muestras y realizar los trámites. Por ello en muchas ocasiones, para evitar pérdidas de tiempo y personal dedicado al seguimiento de la

acreditación, se recurre a consultoras que se encargan de todos los tramites (coordinan certificadora, laboratorios y clientes).

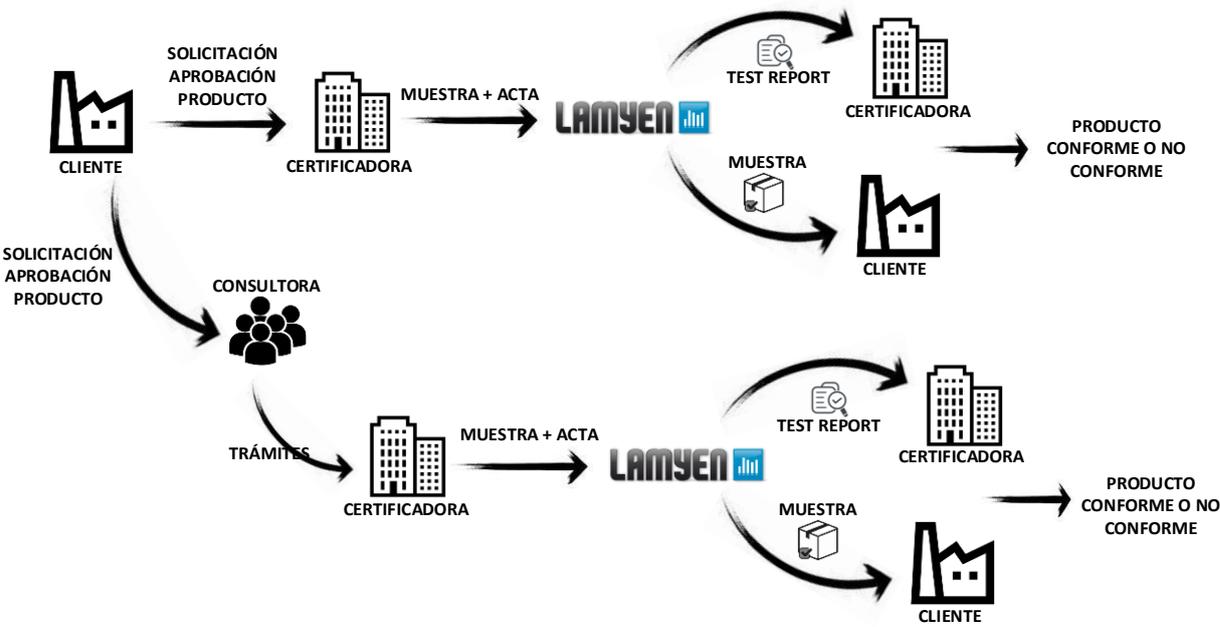


Figura 3.9-1: importancia de la documentación. Fuente: elaboración propia.





## CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO

---



## 4.1 ANÁLISIS DEL FLUJO

Se debe tener en conocimiento la complejidad y diversidad que se enfrenta: un análisis de un laboratorio con gran volumen de muestras, gran cantidad de normas y distintos puntos a aplicarse a distintos ensayos, así como también las diferentes formas, tamaños y tipos de muestras que se pueden encontrar.

Al momento del análisis, el área directiva desconoce los movimientos exactos de las muestras entre los cinco almacenes. Con el fin de estudiar el flujo de las mismas se procede a la realización de un *checklist* para el relevamiento de información. El mismo está conformado por:

- Factores de la distribución (materiales, maquinarias, personal, movimientos, esperas, servicios y estructura).
- Preguntas al personal basadas en seguridad, calidad, y de estudio del trabajo aplicados de manera conjunta para obtener un panorama más amplio de la eficacia y eficiencia de las actividades.

### 4.1.1 Realización del checklist

Se procede a la realización del *checklist* haciendo hincapié en cada factor según el área a la que se esté enfocando:

- Almacenaje.
- SE, CE y EE.
- Calibración.

El objetivo es la obtención de información para el conocimiento del funcionamiento del laboratorio, estableciendo así el flujo y las metodologías de trabajo que pueden afectar al mismo.

Como resultado se tiene la conformación de las tablas que se encuentran en el anexo 1 y que se detallan a continuación. La totalidad de los datos recolectados y analizados se exponen directamente en la sección 4.2 y 4.3 salvaguardando la privacidad del personal y filtrándose puntos que no resultaron un inconveniente en sí al momento del relevamiento. Los problemas no estarán ordenados por factores, sino que serán agrupados tal como se detallará en el inciso 4.1.2.

Cabe aclarar que en todas las tablas se tendrá en cuenta la importancia de los factores (material, equipo, personal, movimiento, esperas, servicios, edificio) estableciendo una jerarquía para no perder la específica visualización en ellos.

A: Factor absolutamente relevante

I: Factor importante

U: Factor no importante

#### 4.1.1.1 Tablas almacén

Observándose las tablas 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 del anexo 1 se tiene:

- **Factor material, personal y edificio:** busca conocer cuántos almacenes hay, la funcionalidad de cada uno, las capacidades de estos y las frecuencias de muestras destinadas a cada área técnica. Además, la comprobación de los objetivos de los equipos de almacenamiento, la localización y orden de las muestras. (Ver tablas 1.1 y 1.2, anexo 1).

Además, se recaba información de cómo se encuentra el material en el sector, las razones de acceso de los operadores a cada almacén y si se depositan muestras de retrabajo (aquellas expuestas en la sección 3.6: *contra muestras*). (Ver tabla 1.2, anexo 1).

- **Factor movimiento, equipos:** capacidad, disponibilidad y tipos de equipos que se utilizan para el movimiento de las muestras, los posibles obstáculos y las manipulaciones de estas. Este análisis se repite en cada almacén por separado. (Ver tabla 1.3, anexo 1).

- **Factor esperas:** tiempo de almacenamiento de las muestras. (Ver tabla 1.4, anexo 1).

- **Factor servicios:** equipos de limpieza, consideraciones de equipos de protección contra incendios, iluminación, calor o ventilación, o espacio para mantenimiento de emergencia de máquinas no aplica para el almacenamiento del caso de estudio. Aquellos aspectos que son relevantes se incluyen en la tabla de calidad: *principios sin*. (Ver tabla 4.1, anexo 1).

#### 4.1.1.2 Tablas de SE, EE y CE

Estas tres áreas se agrupan en un solo análisis, ya que representan el 95 % de los ensayos del laboratorio, y sus almacenamientos y lugares de trabajo son compartidos.

Observándose las tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 del anexo 1 se tiene:

- **Factor material:** se destacan movimientos de muestras en proceso, esperas, muestras mal ensayadas que deben realizarse nuevamente (de aquí en adelante *retrabajos*), rechazos, retrasos, insumos, destino al finalizar las tareas y características de las muestras. Se busca relevar problemas existentes del flujo en la sección técnica. (Ver tabla 2.1, anexo 1).

- **Factor equipos:** se incluyen los equipos y herramientas más usadas para el desarrollo de los ensayos, con el objetivo de conocer si afectan el flujo continuo de muestras: cuáles son, si están en condiciones, si se precisan más y dónde se encuentran. (Ver tabla 2.2, anexo 1).

- **Factor personal:** capacidad de personal para afrontar los trabajos, indagación de existencias de estándares en unidades trabajadas, metodologías de trabajo y supervisiones. Se buscan los posibles inconvenientes en la forma de trabajo y en la supervisión de este que afecten al flujo continuo de muestras (retrabajos). (Ver tabla 2.3, anexo 1).

- **Factor movimiento:** capacidad, disponibilidad y tipos de equipos que se utilizan para el movimiento de las muestras, los posibles obstáculos y las manipulaciones de estas. (Ver tabla 2.4, anexo 1).

- **Factor esperas:** dónde se encuentran las muestras antes, durante y luego de los ensayos, así como las esperas en las operaciones, para identificar recorridos e inconvenientes. (Ver tabla 2.5, anexo 1).

- **Factor edificio:** se debe dejar en claro que escapa a este proyecto el análisis más profundo de la distribución y ordenamiento de los puestos de trabajo y de todos los equipos, debido a que cada muestra no sigue una secuencia específica y se rige, en cada caso particular, por aquellos diferentes puntos que deba cumplir según la norma. Sin embargo, se tiene conocimiento gracias a un análisis previo en conjunto con el área directiva<sup>4</sup>, que el mayor problema de flujo no está dado por la distribución de los puestos de trabajo u equipos, sino por la falta de trazabilidad de las muestras en el laboratorio (identificación, seguimiento y control). Si se incluye, dentro de las tablas, observaciones en aspectos tales como:

- Áreas del uso del edificio.
- Depósitos.
- Escaleras, rampas, divisiones de sectores, etc.
- Altura y espacios libres, situación y tipo de puertas, altura y ancho de las mismas.
- Situación y anchura de los pasillos.
- Situación y espacio para los equipos.

- **Factor servicio:** aquellos aspectos que son relevantes se incluyen en la tabla de calidad: *principios sin*. (Ver tabla 4.1, anexo 1).

#### 4.1.1.3 Tablas calibración

La conformación del *checklist* para esta área (tablas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 del anexo 1) continua el lineamiento de las tres anteriormente nombradas, con la diferencia en no incluir el apartado retrabajos (Ver tabla 3.1, anexo 1) ya que no se evidencian errores significativos en las calibraciones de muestras<sup>5</sup>.

#### 4.1.1.4 Tabla calidad

En dicha tabla se evalúan los principios sin de calidad (apartado "Seiketsu" de las 5S): sin suciedad, sin objetos innecesarios y sin desorganización. Permiten evaluar rápidamente si se cumplimentan ya que permiten grandes cambios en la productividad reduciendo gastos de tiempo y energía, riesgos, mejoran las actividades laborales, entre otros. (Ver tabla 4.1, anexo 1).

---

<sup>4</sup> Reuniones y experiencia del personal del laboratorio: directores, jefes de área y personal

<sup>5</sup> Fuente: LAMYEN

### 4.1.1.5 Tabla aspectos generales

En las tablas 5.1 y 5.2 del anexo 1 se detallan otros ítems denominados de *aspecto general* que inciden de manera directa o indirecta en el flujo de la muestra. Dichas tablas se analizan en todos los sectores (almacén y áreas técnicas), donde las filas a completar resaltadas en violeta muestran preguntas que inciden directamente en el flujo y, filas sin resaltar, preguntas que inciden indirectamente en este.

Permite así obtener información de problemas no solo mediante la observación del analista, sino también conocer la opinión de los operadores ya que son ellos quienes más pasan tiempo dentro del puesto de trabajo.

### 4.1.2 Ordenamiento de la información

Una vez se obtienen los datos detallados en incisos 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.1.3, 4.1.1.4 y 4.1.1.5, se procede a agrupar en problemas que afectan de manera directa o indirecta a la continuidad o trazabilidad. Estos problemas se describirán en los incisos 4.2.2 (aspectos directos) y 4.2.3 (aspectos indirectos) y tendrán el siguiente ordenamiento según figura 4.1.2-1:

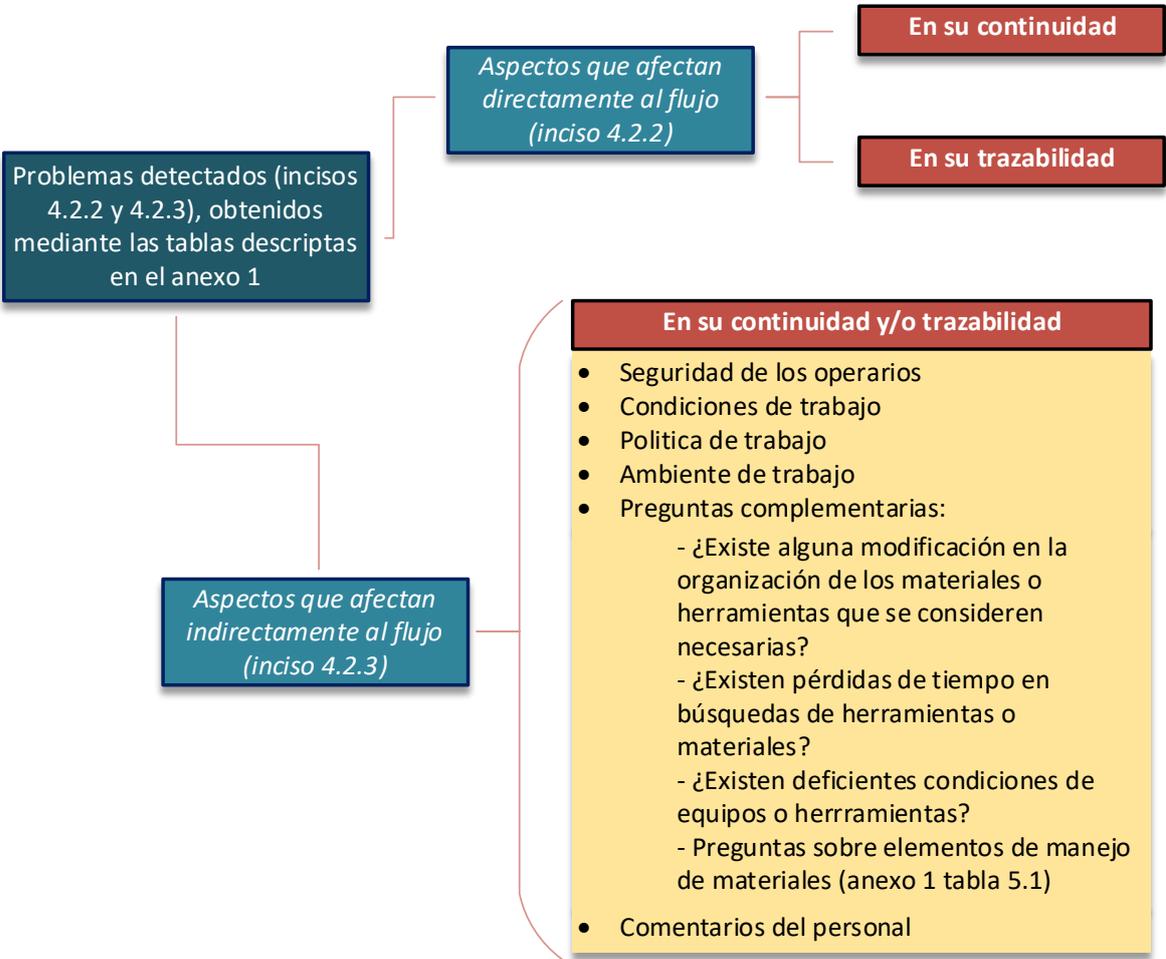


Figura 4.1.2-1: ordenamiento de la información. Fuente: elaboración propia.

- Continuidad: referido a la ineficiencia en las ejecuciones de las actividades que afectan un flujo continuo de las muestras.
- Trazabilidad: referido a la identificación, seguimiento y control de estas.

### 4.1.3 Visitas

Para el relevamiento de la información ha sido necesaria la visita de cada área y sector del laboratorio junto a la realización de entrevistas al personal.

Dichos intercambios siguen el lineamiento establecido en el *checklist* para un personal seleccionado estratégicamente con el objetivo de obtener el mejor panorama actual, así como también el conocimiento valioso de quienes están más tiempo en las áreas y puestos de trabajo. Es así como se comprende a fondo las situaciones actuales de flujo y trazabilidad.

### 4.1.4 Premisas establecidas por el laboratorio

Se establece las siguientes importancias que van de la mano con los objetivos del proyecto final. Dichas premisas están basadas en el interés del área directiva para la recolección, análisis de los datos y propuestas de solución que prosigue en el presente y los siguientes capítulos:

1. El laboratorio cuenta, como se detalló en el apartado de localización, con una nueva estructura edilicia en el PTLC. Su objetivo principal es radicar parte de las áreas de este para facilitar las tareas de trabajo.
2. Se busca establecer una decisión sobre donde recibir y despachar las muestras en base a las Unidades Ejecutoras (UE).
3. Se debe evitar la propagación de los problemas actuales que serán detectados en el flujo, hacia la nueva UE.

## 4.2 DATOS OBTENIDOS

### 4.2.1 Diagrama de proceso de la muestra y gráficos de circulación

Para una mejor comprensión, se expone en las tablas 4.2.1-1, 4.2.1.1-2 y 4.2.1.1-3 los diagramas de proceso de la muestra según cada área técnica y depósitos.

Referencias	Símbolos
Operación	○
Movimiento	⇨
"Delay" - Esperas	D
Inspección	□
Almacenamiento	▽

Tabla 4.2.1-1: referencias. Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.1.1 Diagrama de proceso del flujo del material SE, EE y CE y depósitos

DIAGRAMA DE PROCESO DEL FLUJO DEL MATERIAL PARA EL ÁREA DE SE, EE, CE						
Descripción de la actividad	Símbolo					Sector
1. Trasladar muestra al laboratorio	○	⇨	D	□	▽	-
2. Apilar en <i>depósito recepción</i>	○	⇨	D	□	▽	1
3. Trasladar al <i>depósito para ensayos</i>	○	⇨	D	□	▽	-
4. Inspeccionar e ingresar al sistema la muestra	○	⇨	D	□	▽	
5. Almacenar en <i>depósito para ensayos</i>	○	⇨	D	□	▽	2
6. Buscar y retirar muestra del <i>depósito para ensayos</i>	○	⇨	D	□	▽	-
7. Trabajar en el área técnica de SE, EE y/o CE	○	⇨	D	□	▽	3
8. Generar el RI y trasladar muestra al <i>depósito ensayos finalizados</i>	○	⇨	D	□	▽	-
9. Almacenar en sector <i>depósito ensayos finalizados</i>	○	⇨	D	□	▽	-
10. Revisar el RI	○	⇨	D	□	▽	4.1
Si al revisar el RI queda en <i>STANDBY</i>						
11. Almacenar hasta la recepción de la corrección solicitada	○	⇨	D	□	▽	4.2 ; 5
Si al revisar el RI queda en <i>SUSPENDIDA</i>						
11. Almacenar hasta recibo de contra muestra y/o devolución	○	⇨	D	□	▽	4.2 ; 5
Si al revisar el RI la muestra cambia al estado <i>PASA</i>						
12. Trasladar la muestra al <i>depósito intermedio</i>	○	⇨	D	□	▽	-
13. Almacenar en <i>depósito intermedio</i>	○	⇨	D	□	▽	5
14. Despachar al cliente o destruir	○	⇨	D	□	▽	-

Tabla 4.2.1.1-1: flujo de la muestra entre depósitos y área técnica. Fuente: elaboración propia.

## 4.2.1.2 Diagrama de proceso de flujo de material calibración y depósitos

DIAGRAMA DE PROCESO DEL FLUJO DEL MATERIAL PARA EL ÁREA DE CA						
Descripción de la actividad	Símbolo					Sector
1. Trasladar muestra <sup>6</sup> al laboratorio	○	⇒	D	□	▽	-
2. Acomodar en estantería depósito <i>recepción</i>	○	⇒	D	□	▽	2 ; 6
3. Inspeccionar e ingresar al sistema la muestra	○	⇒	D	□	▽	-
4. Retirar muestra	○	⇒	D	□	▽	2 ; 6
5. Trabajar en el área técnica de CA	○	⇒	D	□	▽	6
6. Generar el reporte interno <sup>7</sup> y revisar	○	⇒	D	□	▽	-
En el caso que se almacena en área técnica						
7.1 Almacenar muestra finalizada	○	⇒	D	□	▽	6
En el caso que se almacena en <i>depósito para ensayos</i>						
7.1 Trasladar a planta baja	○	⇒	D	□	▽	-
7.2 Almacenar muestra finalizada en planta baja	○	⇒	D	□	▽	2
8. Despachar la muestra al cliente	○	⇒	D	□	▽	2 ; 6

Tabla 4.2.1.2-1: flujo de la muestra entre depósitos y área técnica CA. Fuente: elaboración propia.

<sup>6</sup> Muestra: en referencia a equipos o herramientas a calibrar.

<sup>7</sup> Si bien en el área de calibración se generan reportes, no crean varios *estados* que afectan al flujo como sucede en los procesos de certificación de las áreas de SE, EE y CE. Estos equipos y herramientas ya se encuentran, previo ingreso al laboratorio, homologados para su uso y comercialización.

### 4.2.1.3 Gráfico situación actual

Se procede a realizar un gráfico con la disposición de las muestras según sus estados y los equipos de trabajo, figura 4.2.1.3-1 y -4.2.1.3-2. Posteriormente en la figura 4.2.1.4-1, un gráfico de circulación actual con las líneas de flujo principales para una correcta visualización.

En planta baja del laboratorio se encuentran las áreas técnicas de SE, EE, CE y todos los depósitos excepto el *depósito subsuelo*.



Figura 4.2.1.3-1: referencias de los gráficos de áreas y circulación. Se detalla la situación en la que se puede encontrar las muestras dentro del Laboratorio. Fuente: elaboración propia.



Figura 4.2.1.3-2: planta baja del Laboratorio. Localización de las muestras según su estado.  
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.1.4 Gráfico de circulación planta baja

A partir de la tabla 4.2.1.1-1 se crea un gráfico de circulación de las muestras como se detalla en la figura 4.2.1.4-1. Se observa como en el depósito de recepción, durante épocas de alta demanda, se genera una acumulación lo que resulta en un apilamiento en los pasillos. Es clara la necesidad de un mejor uso del espacio u ampliación: el sistema de ingreso de muestras es lento y las muestras finalizadas suspendidas, en *standby* o *destrucción* se acumulan y desplazan entre el depósito de ensayos finalizados e intermedio. La trazabilidad se ve afectada.

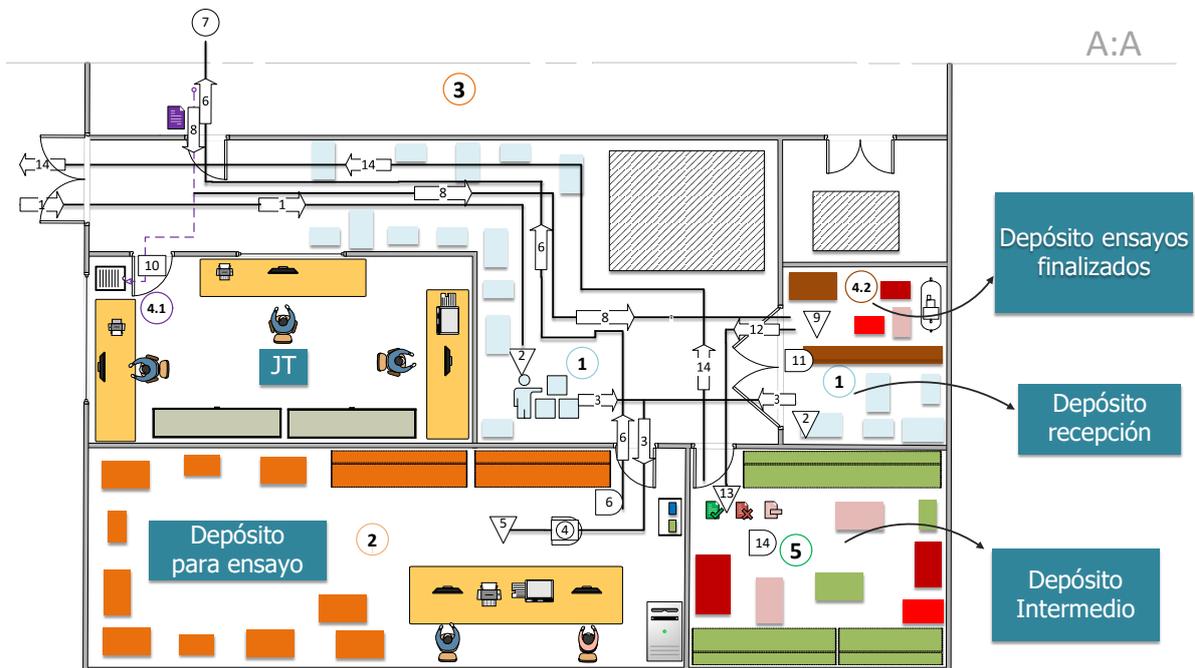


Figura 4.2.1.4-1: gráfico de circulación de muestras en planta baja entre almacenes y áreas técnicas de SE, EE y CE. Adicionalmente se observa el sector de Jefatura Técnica donde se entregan los RI. Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.1.5 Gráfico de circulación primer piso y subsuelo

Como se observa en la figura 4.2.1.5-1, en el primer piso se encuentra el área directiva, de comercialización y planificación junto a los responsables de calidad del laboratorio. Se tiene compartiendo dicho espacio al área de calibración y uno de los dos sectores de almacenamientos detectados: el primero en la propia área técnica y el segundo adicional en estanterías dentro del *depósito para ensayos* planta baja.

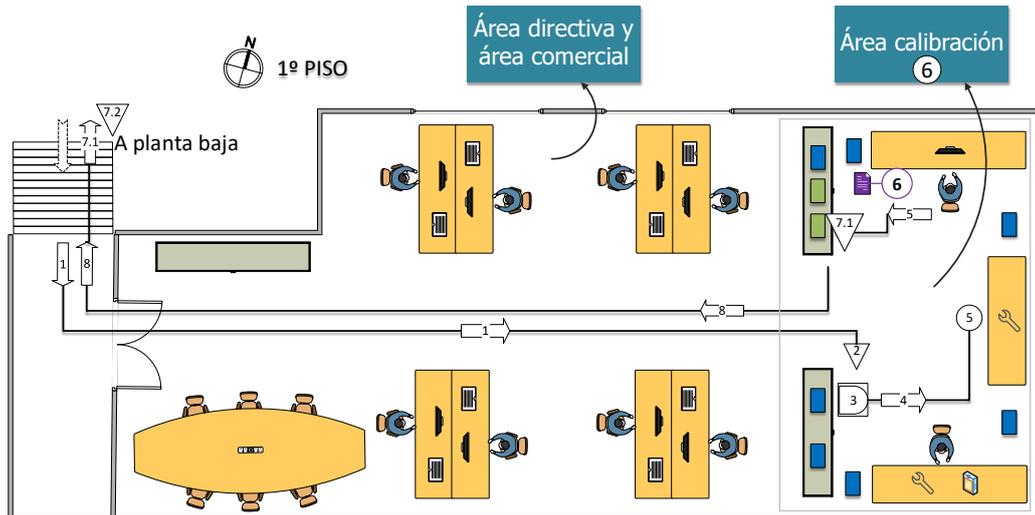


Figura 4.2.1.5-1: gráfico de circulación del área de calibración. Fuente: elaboración propia.

El LAMYEN hace uso en casos esporádicos de un espacio que se encuentra en el subsuelo de la universidad (figura 4.2.1.5-2), lejos del laboratorio, pero dentro de la misma institución. En el sector se acumulan mayormente muestras que quedaron para destrucción y en ocasiones, por falta de espacio, muestras suspendidas.

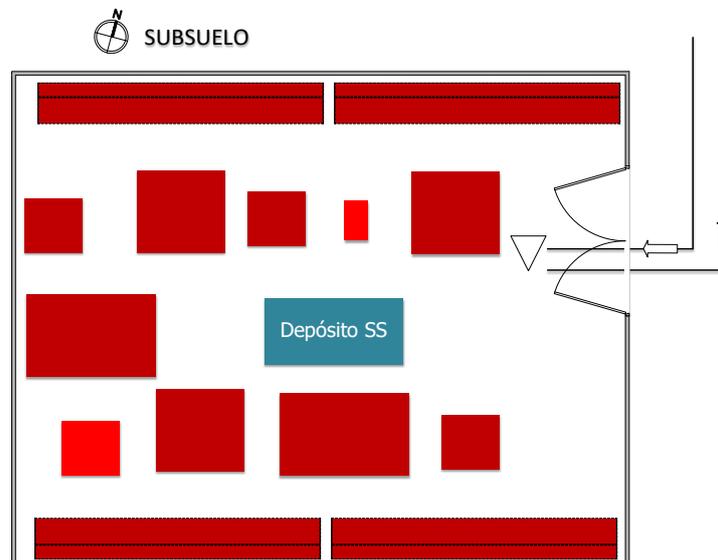


Figura 4.2.1.5-2: almacén subsuelo, muestras para destrucción o suspendidas. Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2 Aspectos directos que influyen en el flujo de la muestra según área

En base a los análisis efectuados se procede al ordenamiento de la información. Se detalla en el presente inciso aquellos aspectos que influyen al flujo de la muestra directamente, así como también su trazabilidad.

## 4.2.2.1 Almacén

### 4.2.2.1.1 Continuidad del flujo

**[A]** Ingreso ineficiente: excesiva pérdida de tiempo en la etiquetación (junto a una mala postura física) para el ingreso de muestras al sistema, generando acumulaciones fuera del espacio *depósito recepción* y con ello desorganización y tiempos de búsquedas.

**[B]** Salidas bloqueadas u obstruidas: si bien las muestras obstruyen regularmente el movimiento, dentro del almacén *ensayos finalizados y recepción* es donde se encuentra bloqueo en la entrada.

**[C]** Pérdidas de tiempo hacia el almacén subsuelo atravesando escaleras, debiendo ascenderse con las muestras manualmente hasta donde está el equipo de carga (o incluso cargando el mismo). Equipo deficiente para la tarea.

**[D]** Fin de la muestra: al arribar la muestra al *depósito intermedio*, es frecuente no tenerse conocimiento rápido de cuando el cliente retira y/o si el Laboratorio debe enviarla o destruirla ya que el mismo no lo ha especificado al momento. La falta de esta información se observa en el sistema GESCAL (Tabla ANEXO 3.1.1) y no es considerado y resuelto hasta casi el final de las etapas, produciendo una acumulación de muestras. Se genera una demora promedio de 11 días en depósito intermedio entre aquellas que aguardan los elementos para la conformidad (*standby*), las que aguardan ser retiradas y aquellas que no tienen un fin definido: tiempo comprendiendo desde que finalizó, se comenzó a pedir al cliente una respuesta y hasta su devolución o destrucción (de aquí en adelante: *caracterización* de la muestra).

### 4.2.2.1.2 Trazabilidad

**[E]** Descoordinación acta-muestra: existen casos en los que al arribar las muestras presentan una descoordinación del tipo acta-muestra donde una u otra puede arribar con mayor rapidez. Se tiene pérdidas de tiempo en dejar actividades por recibir en tiempos diferentes, olvidos del personal en agrupar cada una al instante que arriban o incluso no tenerse un rápido conocimiento de donde están las mismas.

**[F]** En *depósito intermedio* se destacan, además de las muestras para envío, muestras *suspendidas* o en *standby* que son colocadas allí debido a que sobrepasan el espacio en *depósito ensayos finalizados*. Esto surge debido a esperas en las revisiones de los RI, o por espera del envío de alguna corrección que se necesite para que la muestra deje de estar en *standby*, por una espera de la contra muestra de aquella *suspendida* y por la falta de una eficiente Gestión del Proceso de Almacenamiento (de aquí en adelante *GPA*). Esto genera un desconocimiento de la ubicación precisa por parte del personal en general.

**[G]** Se observa pérdidas de tiempo en la búsqueda de muestra por parte del operador en *depósito para ensayos* debido a la falta de identificación rápida.

**[H]** Las muestras para ensayar pueden mezclarse con las contra muestras.

**[I]** Disposición de muestras:

- En el suelo: dificultando el levantamiento.

- Apiladas una sobre otras: se observa dificultad en retirar la muestra de su sitio, debido a que para retirarla se deben mover incluso hasta 5 o más de ellas.

- Sobre-saliendo del área: se observa muestras que sobresalen de las estanterías, obstaculizando e incluso con riesgo de caída.

**[J]** Se observa falta de aprovechamiento del espacio mediante estanterías en todos los almacenes.

**[K]** División ineficiente entre almacén *recepción* y almacén *ensayos finalizados*. Ambos almacenes están separados solo por una pequeña estantería en la misma habitación, donde las muestras se pueden llegar a mezclar unas con otras.

**[L]** El personal de almacenamiento no tiene registro de cuándo la muestra es depositada por el operador en el almacén de *ensayos finalizados*. Solo conoce el cambio de *estado* y estima subjetivamente en qué depósito está.

Muchas veces es resuelto de manera ineficiente verificando de manera visual si la muestra está del lado *ensayos finalizados* o del lado *recepción* de la habitación, generando pérdidas de tiempo.

**[M]** Conocimiento rápido de muestras a ingresar: se observa que parte del personal (comercialización, gerencia y/o personal de depósito), no tienen rápido conocimiento de las cantidades y tamaños exactos de muestras que están por arribar y que ingresarán al sistema. Esto genera interrogantes de cómo acomodar el almacén y que los pedidos recibidos se acumulen donde se encuentre espacio libre.

**[N]** Pérdidas de espacio con muestras innecesarias en el *depósito subsuelo* o de muestras que se han almacenado durante mucho tiempo.

**[O]** Visto desde la calidad:

- Sin suciedad: limpieza periódica, sin embargo, en ocasiones se aprecia desperdicios de embalaje como Telgopor, plásticos o cajas que generan suciedad y molestia en el área.

- Sin objetos innecesarios: mesa excesivamente grande para los equipos informáticos y el personal. Un servidor de información que ocupa espacio, genera ruidos molestos y no brinda utilidad para el depósito.

- Sin desorganización: se advierte desorganización, en ocasiones, de informes administrativos que no se encuentran con rapidez (documentación de todos los clientes en una misma bandeja con deficiente diferenciación entre ellos).

## 4.2.2.2 SE, EE y CE

### 4.2.2.2.1 Continuidad del flujo

**[P]** Se observa que la zorra como equipo de movimiento de materiales, se usa para ensayos de herramientas, lo que ocasiona encontrar el equipo inutilizado para las tareas o el movimiento de muestras según se requiera. Dicho equipo se comparte con las áreas de almacenamiento.

**[Q]** Existen equipos que son usados solo para casos particulares. Se debe considerar un análisis de su importancia y liberación de espacio del área técnica.

**[R]** Salidas bloqueadas u obstruidas: existen ocasiones en las que las salidas o pasillos del área técnica se encuentran bloqueados por muestras.

**[S]** Materiales o máquinas sobresaliendo del área de trabajo: se observa muestras situadas en el suelo (falta de equipo adecuado para muestras grandes).

**[T]** En lo referente al personal y las capacitaciones: se debe considerar la atención en la eficiencia del seguimiento por parte del supervisor en cuanto a los trabajos e informes al ser finalizados por un operador nuevo. Esto evitaría la generación de retrabajos y consiguientes retrasos.

#### 4.2.2.2.2 Trazabilidad

**[U]** Se advierte un acomodamiento aleatorio, por parte del operador, de muestras en proceso perdiéndose la ubicación exacta de las mismas. Cuando el operador arriba a su puesto de trabajo desconoce quién dejó la muestra y si está para hacerse un ensayo o no. Esto conlleva a: desorden, pérdidas de tiempo, mermas de espacio, falta de conocimiento si la muestra fue desguazada o contiene accesorios, entre otros.

**[V]** Falta de acomodamiento rápido de muestras *suspendidas*, *finalizadas* o muestras sin armar, donde la gran mayoría de ellas tienden a quedar situadas bajo la mesa de trabajo junto a otros elementos innecesarios.

**[W]** Visto desde la calidad:

- Sin suciedad: se observa en ciertos sectores. La realización de ensayos, las muestras en los pisos y la cantidad de operadores influyen en el trabajo de limpieza.

- Sin objetos innecesarios: existen equipos superfluos, materiales, restos de ensayos o herramientas poco frecuentes de usar que quedan en el laboratorio, generando acumulaciones y por consiguiente la pérdida de espacio o accidentes.

- Sin desorganización: se observa desorganización en las herramientas. El cuarto para ensayos de freno en el área técnica, es también utilizada por los operadores como depósito transitorio de materiales o de equipos sin uso.

#### 4.2.2.3 Calibración

##### 4.2.2.3.1 Continuidad del flujo

**[X]** Situaciones donde la muestra arriba al laboratorio y el cliente, en un tiempo posterior, da conocimiento de qué y cómo calibrar el equipo. Esto produce que las muestras arribadas aun no puedan comenzar a ensayarse. (similar a inconveniente *D*).

##### 4.2.2.3.2 Trazabilidad

**[Y]** La falta de organización y trazabilidad en la disposición de los equipos al finalizar las calibraciones, producen interrogantes referidos a la ubicación y tiempos muertos en búsquedas.

**[Z]** Visto desde la calidad no existen inconvenientes:

· Sin suciedad: aceptable. Limpieza periódica.

· Sin objetos innecesarios: aceptable. No se hayan objetos innecesarios en el área

· Sin desorganización: aceptable. Se advierte desorganización en el área de trabajo en aquellos casos, poco frecuentes, en los que existe una gran cantidad de ensayos a realizar. Finalizados estos periodos cortos, se vuelve al orden.

### 4.2.3 Aspectos indirectos que inciden en el flujo de la muestra según área

Como se ha explicado con anterioridad existen aspectos que pueden incidir indirectamente en el flujo de la muestra, como lo es la seguridad, las condiciones de trabajo, políticas del laboratorio, entre otros. En base al *checklist* se obtienen los siguientes datos:

#### 4.2.3.1 Almacén

**[AA]** En lo referido al movimiento, se observa que el operador sobre carga una mesa con ruedas que actúa de equipo de manejo de materiales. Parte desde el almacén subsuelo, tomando el mismo con una mano y con otra equilibra muestras para evitar la caída de estas. Mala postura y equipo inapropiado.

**[BB]** Se utiliza personal capacitado y de experiencia en ensayos, para la búsqueda de muestras al subsuelo debido a la dificultad que se atraviesa al elevar las mismas por las escaleras.

**[CC]** Materiales o máquinas sobresaliendo del área estipulada: se observan muestras sobresaliendo de las estanterías por falta de espacio presentando riesgo de caída y accidente. Aquellas muestras que se caen de su sitio también generan dificultades a la hora de ser halladas.

**[DD]** Horarios de entrega: la falta de un horario de entrega fijo y firmemente estipulado, produce que el cliente no busque las muestras en el momento acordado. Esto genera que operadores deban dedicar tiempo extra para las entregas o casos donde el cliente no arriba (generando preparaciones innecesarias, ocupaciones de otros espacios y pérdidas de tiempo).

#### 4.2.3.2 SE, EE y CE

**[EE]** Existen ocasiones en que la urgencia del cliente o la consultora por realizar el ensayo del producto, generan un cambio en la planificación de las actividades. Esto se observa, por ejemplo, cuando un operador que se encuentra ensayando una muestra debe detener sus actividades para realizar otro trabajo. Se tiene así, pérdidas de tiempo en ensayos y desorganización.

**[FF]** El laboratorio cuenta con grandes y pequeños clientes. Por momentos incurre en compromisos de una gran cantidad de muestras en poco tiempo, generando tareas fuera de plazo y acumulamientos en el área almacenamiento.

**[GG]** Se observan operadores que asumen compromisos de realización de ensayo dentro de un periodo para el cual no finalizan cumpliéndolo. Se debe tener especial cuidado en el compromiso al ensayo.

**[HH]** Tarea fuera del plan de actividades: el operador se retira del laboratorio con el objeto de realizar compras para continuar la realización de los ensayos (esto ocurre frecuentemente con insumos del tipo perecedero).

**[II]** Inconvenientes en ensayos:

- Existe una habitación denominada *cámara para ensayo de iluminaria* la cual posee baja iluminación a la hora de realizar las preparaciones, poco espacio y gran cantidad de calor durante las actividades. El lugar debe estar mejor preparado para facilitar el trabajo del operador.
- En ensayos de tensión resistida se precisa una mayor capacidad. Para el caso de un equipo de gran tamaño, debe apoyarse en el piso y esto conlleva no solo a dificultades en el flujo entre las personas que trabajan, sino también un riesgo.
- En ensayos de freno el área está ocupada como depósito transitorio de materiales o equipos que no se utilizan. Al ser un ensayo peligroso debe destinarse un área exclusiva para el mismo.

**[JJ]** Lugar de trabajo: para muestras de mayor tamaño se utiliza una mesa de menor altura, pero con gran frecuencia es ocupada con muestras que los operadores suelen dejar desarmadas en ella. Por otro lado, las banquetas de trabajo se perciben incómodas (se trabaja algunas veces en mala posición) y se debe tener en cuenta la iluminación de algunas habitaciones.

### 4.2.3.3 Calibración

**[KK]** Existen periodos donde el área de calibración se encuentra más ociosa u ocupada, debido a que las fechas de calibración de los propios equipos del laboratorio se acumulan y, sumado a los equipos de terceros, se tiene una gran cantidad de trabajo y con esperas.

**[LL]** Salidas bloqueadas, obstruidas o distantes: las entradas y salidas del sector son a través del área directiva en un sitio alejado de los almacenes y del resto de áreas técnicas. Por cuestiones de espacio es difícil su ubicación en otro sitio, ocasionando que muestras finalizadas se puedan encontrar en dos lugares: *almacén para ensayos* o en la misma área de calibración.

## 4.3 Análisis de los datos obtenidos

### 4.3.1 Agrupamiento según área

		Almacén	SE; EE; CE	Calibración
Aspectos directos	Continuidad del flujo	4	5	1
	Trazabilidad	11	3	1
	Aspectos indirectos	4	6	2
<b>Total</b>		19	14	4

Tabla 4.3.1-1: problemas según área. Fuente: elaboración propia

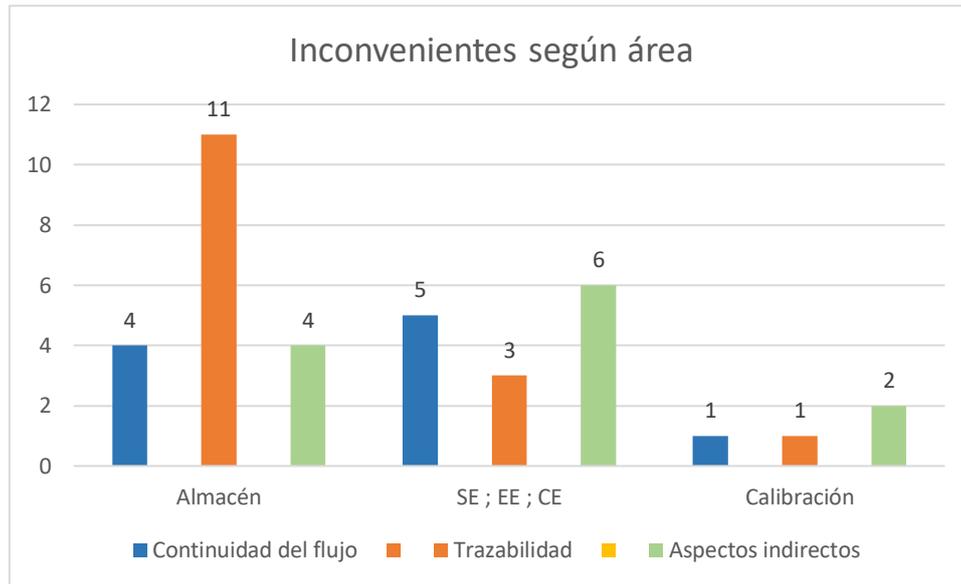


Figura 4.3.1-2: gráfico de la distribución de los inconvenientes según área.

Seguiéndose la tabla y figura 4.3.1-1 y 4.3.1-2, se observa que la mayor cantidad de inconvenientes se encuentran en el área de almacenamiento y seguridad eléctrica, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética. Sin embargo, debido a que ambos sectores están muy próximos entre sí en problemáticas y guardan una relación directa en cuanto al flujo, se aplican herramientas adicionales para un análisis profundo como se detalla a continuación.

#### 4.3.2 Diagrama de proceso de flujo como herramienta de análisis

En el diagrama de flujo del proceso de la muestra para el área técnica (tabla 4.2.1.1-1) se encuentran 4 "delays" que se complementan con los problemas directos e indirectos descriptos antes en los incisos 4.2.2.1 y 4.2.3.1 (almacén) y 4.2.2.2 y 4.2.3.2 (seguridad eléctrica, eficiencia energética y compatibilidad electromagnética):

- Apilamiento en depósito recepción: demoras al ingresar las muestras al sistema y actas de las mismas ausentes o viceversa, lo que no permiten el ingreso al sistema.
- Muestra retirada por operador del depósito para ensayos: muestras en espera para ser ensayadas y pérdidas de tiempos de búsqueda en el depósito.
- Almacenamiento muestras *STANDBY* o *SUSPENDIDA*: demoras por parte del cliente en el envío de la corrección necesaria en caso de *standby* o la contra muestra en caso de *suspendida*.
- Envío al cliente o destrucción: demoras al no despachar los equipos rápidamente o no tener conocimiento de que hacer con el mismo.

Debido a que el inciso c) guarda una relación con el desempeño del cliente, se procede con enfoque en los 3 restantes que refieren a las actividades internas del laboratorio.

Se plantean las siguientes preguntas con el objetivo de cuantificar los inconvenientes: ¿cuánto es la demora en el ingreso al sistema?, ¿cuánto demoran los trabajos en el área técnica que generan acumulaciones en el depósito para ensayo?, ¿cuánto demoran en ser expedidas las muestras?.

### 4.3.3 Tiempo de estadía de la muestra dentro del laboratorio

#### 4.3.3.1 Almacén y área técnica

Para contestar las preguntas antes planteadas primero se desestiman aquellos casos en los que las muestras quedan suspendidas (depósito subsuelo) y son almacenadas por meses. Se tiene así en la siguiente tabla 4.3.3.1-1, los tiempos promedios de espera hábiles según cada sector para pasar al siguiente depósito.

Almacén	Promedio para muestras de SE; EE; CE	Frecuencia relativa	Muestras de calibración	Frecuencia relativa
Recepción	7 días	17.94 %	(instantáneo)	-
Para ensayos	14 días	35.89 %	2 días	33%
Ensayos finalizados	7 días	17.94 %	4 días	77%
Intermedio	11 días	28.2 %	-	-
<b>Total</b>	<b>39 días</b>	<b>100%</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

Tabla 4.3.3.1-1: esperas promedio según cada área técnica en almacenes. Se verifica que el área de calibración no es determinante. Fuente: personal de depósito LAMYEN.

Sin considerar el caso de ensayos finalizados donde el tiempo establecido es óptimo para dar una correcta validación de los RI y de la muestra, se tiene que:

- ✓ **Almacén recepción:** 7 días. Es primordial realizar un análisis sobre la agilización del ingreso de la muestra para ser ensayada (problemas: A; E; M).
- ✓ **Almacén para ensayos (relación directa con área técnica):** los 14 días que la muestra espera en el almacén para ser ensayada representa un cuello de botella por parte del área técnica. Analizándose dicha área en la tabla 4.3.3.1-2 se tiene:

Área técnica	Tiempo promedio de ensayo
SE; EE; CE	18 días
Calibración	1 día

Tabla 4.3.3.1-2: esperas promedio de las muestras en las áreas técnicas. Fuente: GESCAL, elaboración propia.

Si bien esto se solucionaría en un principio con mayor personal u ampliación del área de trabajo (ya que los tiempos de las actividades de ensayo se encuentran bien establecidas<sup>8</sup>), dicha posibilidad al compartir espacio con la universidad *en el corto plazo* se ve afectada. Para ello se hace hincapié en los problemas anteriormente relevados. Así, tomándose apoyo en la información brindada por el *checklist* del área técnica (incisos 4.2.2.2 y 4.2.3.2), las soluciones inmediatas serían:

Aspectos directos	}	i. Adquisición de otro equipo de movimiento de materiales (zorra).
		ii. Clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina (5S).
		iii. Atención sobre el desarrollo de capacitaciones más efectivas.
Aspectos indirectos	}	iv. Mejor comunicación entre área comercial y técnica.
		v. Mejorar la disciplina en el compromiso de las actividades por parte de los operadores.
		vi. Tener materiales disponibles cuando se precisen.
		vii. Mejoramiento del equipamiento para las tareas de ensayo.

- ✓ **Almacén intermedio:** 11 días de espera promedio (problema D). Incluye la espera de las conformidades dependiendo de un agente externo no controlable al laboratorio (cliente); la rápida comunicación es importante. También incluye el tiempo para el retiro y además los casos de desconocimiento del fin que tendrá la muestra al finalizar los ensayos (caracterización de la misma) que debe ser solucionado teniéndose un conocimiento lo más cercano al momento de ingreso al Laboratorio. Esto ayuda a la toma de decisión y reducir acumulaciones.

Dicho análisis revela que las soluciones inmediatas para el área técnica son de sencilla aplicación, pero ¿es conveniente resolver estos problemas o hacer foco en la recepción y expedición para lograr un mayor efecto positivo?.

Como se puede observar en la tabla 4.3.3.1-3, al sumar el tiempo total en los almacenamientos y compararlos con la duración promedio de los ensayos (fuente: *GESCAL*) se aprecia que la mayor estadía de la muestra dentro del laboratorio es:

	Esperas promedio	Peso
Almacén	39 días	68%
SE; EE; CE	18 días	32%
<b>Total</b>	<b>57 días</b>	<b>100%</b>

Tabla 4.3.3.1-3: tiempo promedio de la muestra en el Laboratorio: depósitos y áreas de SE; EE; CE. Fuente: *GESCAL* (LAMYEN) y personal de depósito.

<sup>8</sup> Información obtenida del área directiva y técnica del laboratorio.

Es claro que, si al recibir las muestras los ingresos al sistema son más dinámicos, se lograría una liberación de espacio y, con los egresos, (11 días, tabla 4.3.3.1-1) un retiro ágil. Este último dato es el único de los dos que, de modificarlo, podría reducir el tiempo de estadía dentro del laboratorio actualmente. No es factible acortar los tiempos de estadía de aquellas ingresadas y que se encuentra en *almacén para ensayos* ya que guarda relación directa con el área técnica, limitada por la cantidad de trabajos que pueden realizar en el espacio físico brindado. Sin embargo, en capítulos posteriores, se propondrán soluciones que brindarán potenciales mejoras a la trazabilidad y al ordenamiento mejorando más la reducción de tiempos.

El inconveniente radica entonces, en los de ahora en adelante se denominan *cuellos de botella* (recepción y expedición) y por ende en las problemáticas que se plantearon en los incisos 4.2.2.1 y 4.2.3.1 sobre el almacén. Se tendrá en cuenta además aquellos incluidos en las áreas técnicas que se vinculan con depósito (problemas P; V; X; Y; LL<sup>9</sup>; FF).

Con estos últimos se podrá lograr mayores mejoras pero, nuevamente, ¿cómo saber en qué en que problemas enfocarse para que, al resolverlos, causen el mayor efecto positivo?. Para ello se establece el uso del diagrama causa efecto.

#### 4.3.4 Diagrama causa efecto

En la figura 4.3.4-1 se procede a agrupar los aspectos directos e indirectos que inciden en el ineficiente almacenamiento y gestión, basados en los problemas detectados en la sección 4.2.2 y 4.2.3. Se clasifican según:

- Método: identificación, seguimiento y control del inventario.
- Ubicación: disposición de las muestras en el espacio físico.
- Interacción cliente: comunicación entre laboratorio cliente para la recepción y expedición.
- Equipo: movimiento de muestras.
- Medio ambiente: referidos a la calidad (sin suciedad, sin desorganización y sin objetos innecesarios).
- Desarrollo de las actividades: vinculados con la organización y capacidad del almacén.

No se incluyen en el diagrama causa efecto aquellos problemas que no inciden en el almacenamiento: Q, R, S, T, U, W, Z, EE, GG, HH, II, JJ, KK.

Dentro de la figura 4.3.4-1 se incluyen referencias para identificar visualmente a cada problema:

- ✓ Tipo de problema: continuidad ( ), de trazabilidad [ ] o de aspecto indirecto { }.
- ✓ En color, según al sector que corresponde:
  - Almacén: color rojo.
  - SE, EE, CE: color verde.
  - CA: color violeta.

---

<sup>9</sup> Si bien el problema parece ser de ubicación, al a no poder disminuir la distancia entre calibración y depósito por cuestiones de espacio, la muestra puede estar en dos lugares a la vez. Una mejora en el método permitiría conocerá la ubicación exacta.

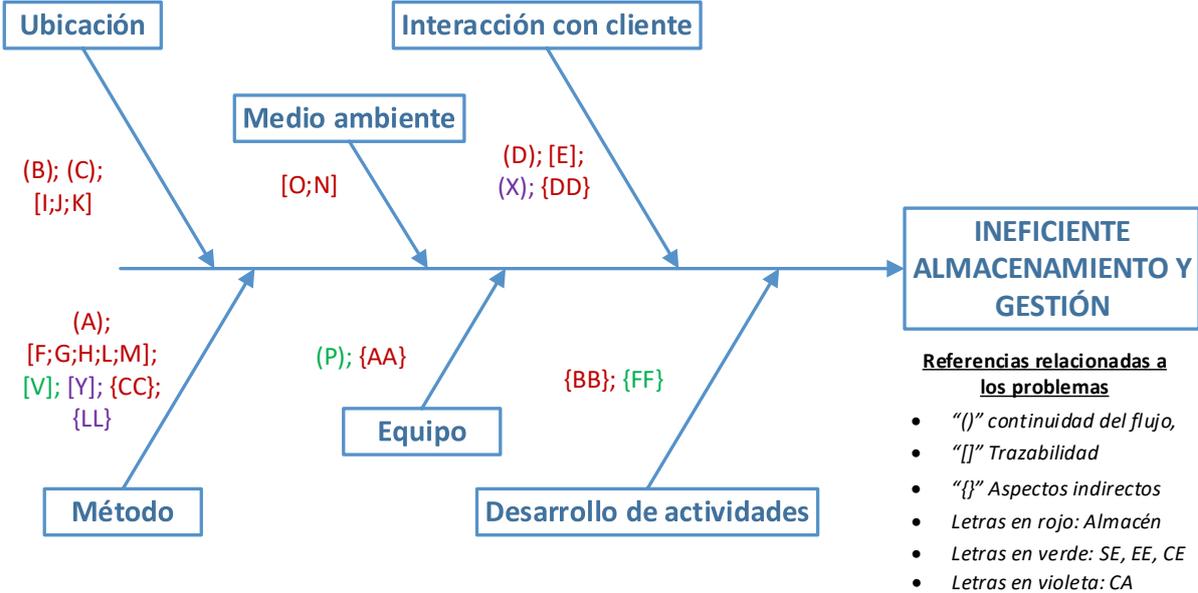


Figura 4.3.4-1: diagrama causa efecto. Fuente: elaboración propia.

Luego, se procede a agrupar los problemas en la tabla 4.3.4-2:

Causa	Cantidad	Peso
Método	10	40%
Ubicación	5	20%
Interacción cliente	4	16%
Equipo	2	8%
Medio ambiente	2	8%
Desarrollo de actividades	2	8%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

El 40% de los inconvenientes se debe al método.

Tabla 4.3.4-2: pesos de los problemas del ineficiente almacenamiento y gestión. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se observa que la mayor cantidad de inconvenientes vienen dados por los métodos de almacenamiento. Esto se aprecia en las búsquedas, ya sea en casos para comenzar a trabajar o al haberse generado el reporte interno y no encontrarse la muestra finalizada de manera rápida (falta de seguimiento, identificación y control), entre otros.

Es evidente que la falta de una Gestión del Proceso de Almacenamiento eficiente (de aquí en adelante *GPA*) genera esperas, acumulaciones e incertidumbres en la trazabilidad.

### 4.3.5 Resumen del diagnóstico

Siguiéndose la tabla 4.3.5-1, se tiene que aquellos problemas por solucionar que generaran un gran impacto son la reducción de tiempos de ingresos y devoluciones junto a la eficiencia en la gestión del almacenamiento:

- ✓ La reducción de tiempos en los cuellos de botella en la recepción y expedición (establecido en el inciso 4.3.3.1).
- ✓ La implementación de una GPA eficiente (que brinde información de la trazabilidad).
- ✓ Ubicación (correcta y flexible mediante estanterías adaptativas que faciliten las tareas).
- ✓ Apoyo de la GPA para la coordinación con clientes o consultoras.
- ✓ La adquisición de elementos de movimiento (equipos más eficientes para el traslado y exclusividad para almacenamiento).
- ✓ La optimización de la capacidad.

Causa	Peso	Solución
Método	40%	GPA - ¿Cómo?
Ubicación	20%	GPA - ¿Dónde?
Interacción cliente	16%	Apoyo de GPA y comunicación cliente/consultora con laboratorio
Equipo	8%	Adquisición de equipos de movimiento eficientes
Medio ambiente	8%	Cumplimientos del apartado "Seiketsu" de las 5S
Desarrollo de actividades	8%	Organización y optimización del almacén o ampliación del laboratorio

Tabla 4.3.5-1: soluciones a cada una de las causas. Fuente: elaboración propia.



## CAPÍTULO 5. DECISIÓN DE TRASLADO, REUBICACIÓN ÁREAS Y DISTRIBUCIÓN

---



## 5.1 Consideraciones para la decisión de áreas a trasladar

Uno de los objetivos específicos del presente proyecto es analizar propuestas de reubicación de áreas del laboratorio con el objetivo de disminuir los intercambios entre UE mejorando el flujo, trazabilidad y con ello los costos logísticos internos.

### 5.1.1 Cambios en las normativas y su variación en la cantidad de trabajo

Para decidir cuales áreas a trasladar desde la UE1 a la UE2, en cualquier caso estándar, se debería proceder primero a analizar los ensayos y equipos críticos que existen. Sin embargo, al tratarse de un laboratorio regido dentro de una institución y bajo regulaciones cambiantes, se deben tener en cuenta otros factores de gran peso en la decisión:

- **Políticas** acordadas entre la universidad, el departamento de ingeniería eléctrica, el grupo CIESE y el área directiva del laboratorio. Todas ellas influyendo en el espacio ocupado para sus actividades.
- **Cambios en las resoluciones:** también conocidas como *normativas o regulaciones* junto al organismo de acreditación, generan cambios no solo en las metodologías sino también en los ensayos que se realizan (*aumentando o disminuyendo la demanda de trabajos y con ello el intercambio que podría haber entre UE*). El objetivo es buscar una distribución de áreas que permita una flexibilización frente a los trabajos.

A continuación, se detallan dos casos ejemplo dentro del laboratorio.

#### Impacto del cambio de regulación

En los ensayos de lámparas hasta el mes de diciembre del 2019, las únicas que estaban reguladas eran las fluorescentes compactas (las cuales disminuyeron sus ventas en el mercado), tubos fluorescentes, y las lámparas incandescentes (cuya importación y comercialización está prohibida según ley 27.492 – modificando la anterior 26.473 – dentro del territorio de la república argentina como medida para la reducción del consumo de energía). A partir de dicho momento sale en vigencia la normativa para lámparas LED y consecuentemente sus requerimientos en certificación de EE.

Otro caso es el de los motores eléctricos, donde el laboratorio adquiere el reconocimiento<sup>10</sup> en ensayos de eficiencia y, por consecuencia, una inmediata necesidad de espacio para nuevos trabajos.

Cuando se modifican las normas puede alterarse el tiempo para la realización de reacreditaciones en los ensayos<sup>11</sup>. Es decir, para un equipo que inicia su acreditación con ensayos en EE y SE comenzará sus tareas al mismo tiempo en ambos sitios, pero no así para validar su reacreditación (actualmente de 12

---

<sup>10</sup> El laboratorio no solo debe estar acreditado sino también reconocido internacionalmente.

<sup>11</sup> Se denomina reacreditación de ensayos a aquellos trabajos destinados a renovar la acreditación de la norma.

meses para SE y 18 meses para EE aproximadamente). Al renovarse en tiempos diferentes, se podrán realizar por separado en cada área.

Se concluyen 3 puntos importantes al modificarse la regulación:

- ✓ La reducción o aumento del trabajo, por nuevos productos en el mercado que requieren ser analizados o la desaparición de ensayos realizados por cambios de normativas.
- ✓ La reducción o aumento del trabajo, al variar el tiempo en las reacreditaciones.
- ✓ La constante dinámica de adaptación del laboratorio, en cuanto a equipos y personal.

***El cambio de normativa afecta la variación de trabajo destinada a cada área y, por ende, al almacenamiento. De no ser tenido en cuenta en una correcta distribución de las áreas en las UE, podría acarrear grandes costos de traslados entre ellas.***

## 5.2 Relaciones entre áreas desde el punto de vista de los ensayos

Conociéndose las tres áreas que se llevan más del 95% de los trabajos del laboratorio, se procede a analizar cuáles guardan una mayor interconexión entre sí.

Tanto el área directiva como técnica del Laboratorio coinciden en que las muestras que arriban para SE en gran parte exigen un ensayo de CE, pero no de EE. Esto, como se ve en la figura 5.2-1, da la premisa de que ambas están muy conectadas entre sí y, ya que SE es el área de mayor volumen de trabajo, CE debería en principio permanecer cercana.

Es así como a priori el sector de EE sería la recomendada a separar siendo el área que más desconectada está del resto: no tiene relación práctica con CE o CA. Pero, ¿cómo distribuir las áreas?, ¿existen equipos de EE que guarden relación con SE?. En los siguientes incisos se busca dar respuesta a estas preguntas.

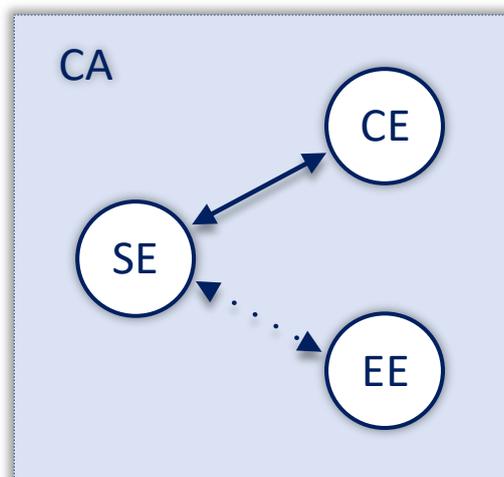


Figura 5.2-1: relaciones entre áreas, la línea de puntos entre SE y EE refiere a la baja conexión entre las mismas. Fuente: elaboración propia.

## 5.2.1 Eficiencia Energética. Ensayos críticos

### Entender el hoy y su evolución para comprender sus relaciones

Como se introdujo en el inciso 5.1.1, el área de eficiencia en los últimos 6 años ha crecido paulatinamente y es necesaria una expansión para el desarrollo de nuevos ensayos.

En sus principios el etiquetado de eficiencia se trabajaba solamente en equipos tales como heladera o aires acondicionados. Hoy los avances tecnológicos y la competitividad de las empresas por ofrecer características más atractivas al consumidor en bajo consumo y, por regulaciones nacionales que lo establecen como un requerimiento para garantizar dicha eficiencia, los ensayos solicitados fueron en aumento: televisores, motores eléctricos, lámparas (con el impulso de los nuevos focos LED entrando al mercado y abriendo nuevas resoluciones), entre otros tantos.

Actualmente el área de EE posee un volumen bajo de trabajo y equipos ociosos. El laboratorio aguarda la acreditación y reconocimiento de nuevas normas.

En la tabla 5.2.1-1 se muestran los ensayos que se pueden realizar en ambos sectores de EE y SE, (de aquí en adelante *ensayos críticos*) detallando para la primera área los equipos importantes y requerimientos del sector a considerar en una distribución:

ENSAYOS CRÍTICOS	EQUIPOS IMPORTANTES	REQUERIMIENTOS DEL SECTOR
Lámparas	Esfera integradora de Ulbricht	Espacio destinado a la Esfera de Ulbricht.
	UPS EATON	Espacio destinado a ensayo de Mantenimiento de flujo luminoso de 3000 hs.
	Vatímetro. Termómetro	Temperatura ambiente controlada $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .
Motores eléctricos monofásicos y trifásicos de uso general	Equipo de freno hasta 30 [Kw]	Espacio especial para ruidos y desprendimiento de calor. Muestras de hasta 350 [Kg]
	Vatímetro y tacómetro	Temperatura ambiente controlada entre $15$ y $30^\circ\text{C}$ , pero preferentemente lo más cercana a $25^\circ\text{C}$ .
Televisores	UPS EATON	Espacio dedicado para ruido (ensayo ruido rosa en ocasiones en volumen alto).
	Vatímetro	Temperatura ambiente controlada $23 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Tabla 5.2.1-1. Equipos importantes de EE. Fuente: datos relevados del *checklist*, elaboración propia.

### 5.2.2 Estado de ensayos críticos: actualidad y futuro en EE y SE

Como se observa en la tabla 5.2.2-1, actualmente en el laboratorio existe la posibilidad de ensayos de EE y SE. Teniéndose en cuenta que los trabajos están atados a las normativas, se debe aclarar:

- Los ensayos que llegan *para realizarse al mismo tiempo* en ambas áreas son poco frecuentes y solo se da a comienzos de una acreditación de un producto nuevo.
- Para las reacreditaciones, *que significan la mayor parte del trabajo del laboratorio*, se realizan trabajos prácticamente con las áreas desvinculadas. Esto es debido a que el lapso necesario para una reacreditación del equipo tiene diferentes tiempos de *vencimiento* para EE y SE según normativa.

Ensayo	¿Aplica normativa?	¿Actualmente se realizan trabajos?	Cantidad de trabajos último año		¿Laboratorio acreditado y reconocido?
			Área	%	
Lámparas LED	Si en SE	SI	SE	100%	Si en SE
			EE	-	
	Si en EE		<b>SE Y EE</b>	-	Se prevé estarán acreditados y reconocidos en EE
Televisores	Si en SE	MUY BAJO	SE	0%	Si en SE
			EE	93%	
	Si en EE		<b>SE Y EE</b>	<b>7%</b>	Si
Motores eléctricos	Si en SE	SI	SE	80%	Si en SE
			EE	20%	
	Si en EE		<b>SE Y EE</b>	<b>0%</b>	Si

Tabla 5.2.2-1: estado actual de la realización de trabajos según ensayos. La cantidad de ensayos esta expresada de manera porcentual atendiendo la confidencialidad del laboratorio, año 2019. Fuente: LAMYEN.

En la tabla 5.2.2-1 se puede verificar que los únicos ensayos compartidos que se realizan actualmente son para los televisores y que lo es en un volumen de trabajo muy reducido.

En adición a lo expuesto con anterioridad, las acreditaciones al mismo tiempo de EE y SE no presentarían traslados significativos. Para el caso más frecuente en el Laboratorio que son las reacreditaciones, aunque aumente la demanda (futuros trabajos lampara LED) los diferentes tiempos de reacreditación de EE y SE permitirán que no haya necesidad de proximidad de las áreas. En otras palabras, el cliente envía en diferentes tiempos por lo que, en principio, cualquier UE podría recepcionar y no se precisa que los equipos de cada sector estén próximos.

### 5.2.3 Equipos compartidos entre EE y SE

En base a la información recabada en el *checklist* y lo anteriormente analizado, los equipos críticos de EE no serán un limitante para la separación. Solo dos casos particulares se presentan como se observa en la tabla 5.2.3-1:

- **Luminancímetro:** utilizado en EE y poco en SE con lámparas/luminarias LED. Existen suficientes unidades en caso de separar ambas áreas por lo cual no representaría un condicionante.
- **Equipo de freno de hasta 30 Kw:** el laboratorio cuenta para ensayo de motores con dos equipos de freno. En SE de hasta 2 [Kw] y en EE de hasta 30 [Kw]. Este último durante el año se utiliza una a dos veces para ensayos de SE, por lo que no resultaría crítica la cercanía. El mismo se encuentra actualmente en el laboratorio de ingeniería eléctrica (fuera de las instalaciones, pero dentro de la universidad debido a cuestiones de espacio).

HERRAMIENTA Y EQUIPO COMPARTIDO (SE Y EE)	CANTIDAD
Luminancímetros	2
Freno 30 [Kw]	1

Tabla 5.2.3-1. Herramientas y equipos compartidos entre SE y EE.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 5.2.3-2 muestra la cantidad de equipos que tienen mayor importancia dentro de EE, extraídos del *checklist*

ÁREA	EQUIPOS RELEVANTES
Eficiencia Energética	12

Tabla 5.2.3-2. Equipos con mayor importancia dentro de EE.

Fuente: elaboración propia.

De ellos, en EE se puede destacar como *críticos* por el espacio superficial que necesitan en la tabla 5.2.3-3 y que serán tenidos en cuenta más adelante para la distribución.

EQUIPOS CRÍTICOS	CANTIDAD
Freno 30 [Kw]	1
Esfera de Ulbricht	1

Tabla 5.2.3-3. Equipos críticos de EE. Fuente: elaboración propia.

## 5.3 Viabilidad de traslado de equipos y UC a la UE2.

Basándose en los análisis efectuados, se corroboran las premisas establecidas a priori sobre EE donde la misma será establecida en la UE1 con sus equipos, debido a que las restantes áreas llevadas a la UE2 tienen el mayor volumen de trabajo y necesidad inmediata de espacio disponible. Se busca responder: ¿será factible desplazar todos los equipos que no forman parte de EE?.

Se separan los equipos más importantes y se considerarán las áreas que se denominarán *unidades críticas* (de aquí en adelante UC):

- Equipos: aquellos que se encuentran en cada área.
- Unidades críticas: están conformadas por un espacio o habitación y cuentan con un conjunto de equipamiento exclusivo para ensayos particulares. Deberán contar con un sitio especial en la UE2 para cada una de ellas

### 5.3.1 Análisis de equipos y UC a enviar a UE2

Como se indica en el inciso 4.1, existe una variedad de tipos de ensayo, muestras y puntos que aplican o no aplican según normativa. Esto genera una utilización de equipos según necesidad, por lo que se establece como críticos para la distribución en la UE2 a aquellos que requieren:

- ✓ Dimensiones de espacio considerable (mayor a 1,5 [m<sup>3</sup>]).
- ✓ Control de temperatura.
- ✓ Control de ruidos.
- ✓ Riesgo para el operador y por ende la necesidad de un espacio apropiado.
- ✓ Frecuencias de uso.

*Con esto se obtiene como resultado trabajos sectorizados con enfoque a los procesos, un estilo de distribución que se adapta bien a la dinámica del laboratorio.*

#### **Seguridad eléctrica:**

Existe el caso de la cámara climática de control de humedad, temperatura y ambiente de mayor porte (de aquí en adelante *CHTAM*), la cual posee un tamaño de 2,5 [m<sup>3</sup>]. Se utiliza 4 veces al año en promedio solo para equipos de gran dimensión (por ejemplo, heladeras de mostrador).

Debido al alto costo de traslado, desarmado, construcción y por sobre todo el gran espacio sin uso efectivo que generaría en la UE2, es importante que la cámara se mantenga en la UE1. En los pocos casos que se deban realizar ensayos, el personal capacitado se trasladará. Esto no genera inconveniente alguno ya que el equipo se deja a punto trabajando generalmente durante 48 horas y posteriormente se complementa con otros ensayos de corriente de fuga, tensión resistida, etc. en el mismo sitio. Al estar ambas UE muy próximas entre sí y la cantidad de trabajos con respecto a otros es prácticamente nula, por lo que no presenta un costo a ser evaluado.

Las restantes cámaras de control de humedad, temperatura y ambiente de menor porte (de aquí en adelante *CHTAMe*), no presentan mayores inconvenientes frente al traslado.

A continuación, en la tabla 5.3.1-1 se detallan los equipos críticos y UC de SE obtenidas a partir del *checklist*:

EQUIPOS CRÍTICOS SE	CANTIDAD
1. CHTAM	1
1.1 CHTAMe	2
2. Cámara de shock térmico	1
3. Cámara de polvo IP	1
4. (UC) Sector de ensayo de fuego y llama	1
5. (UC) Cámara de ensayo luminarias	1
6. Freno hasta 2 [Kw]	1
7. Mesa de tensión resistida	1

Tabla 5.3.1-1: equipos críticos de SE. Fuente: elaboración propia.

#### Calibraciones:

Posee un espacio de trabajo de 3 [m] x 4 [m] incluyendo una variedad de pequeños equipos manuales. Ninguno de ellos presenta un inconveniente para traslado o es considerado bajo lo establecido como *críticos*.

#### Compatibilidad electromagnética:

Los equipos son de pequeño porte y se incluyen en un área de 3 [m] x 6 [m] de trabajo: pistola de descargas electrostáticas, generador de "surge", generador de "burst", generador de RF conducida y generador de armónicos, todos de fácil traslado. La excepción se presenta en la cámara semianecoica (tabla 5.3.1-2) que ocupa un espacio de 18 [m<sup>2</sup>] utilizándose para el estudio de campos electromagnéticos generados por equipos que pueden afectar el correcto funcionamiento de otros.

EQUIPO CE	CANTIDAD
Cámara semianecoica	1

Tabla 5.3.1-2: equipos críticos de SE. Fuente: elaboración propia.

**Conclusión:**

Las tablas 5.3.1-3 y 5.3.1-4 muestran la cantidad de equipos que tienen mayor relevancia y aquellos que son críticos según área, extraídos del *checklist*:

ÁREAS \ EQUIPOS	CANTIDAD
Seguridad Eléctrica	12
Comp. Electromagnética	6
Eficiencia Energética	11
Calibración	9

Tabla 5.3.1-3: equipos relevantes de cada área.  
Fuente: elaboración propia.

ÁREAS \ EC	CANTIDAD CRÍTICOS
Seguridad Eléctrica	9
Comp. Electromagnética	1
Eficiencia Energética	2

Tabla 5.3.1-4: equipos críticos de cada área.  
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, ordenándose en la tabla 5.3.1-5 se tiene que los EC y UC son:

Equipo SE	Cantidad
1. Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño mayor)	1
1.1. Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño menor)	2
2. Cámara de shock térmico	1
3. Cámara de polvo IP	1
4. (UC) Espacio de ensayo de fuego y llama	1
5. (UC) Cámara de ensayo luminarias	1
6. Freno hasta 2 [Kw]	1
7. Mesa de tensión resistida	1
Equipo EE	Cantidad
8. Freno 30 [Kw]	1
9. Esfera de Ulbricht	1
Equipo CE	Cantidad
10. Cámara semianecoica	1

Tabla 5.3.1-5: equipos críticos en la distribución de cada área. Fuente: elaboración propia.

No hay equipos o UC que presenten problemas a la hora de ser trasladados a la UE2. Sin embargo, en capítulos siguientes se verá que resultará práctico no ocupar en un nuevo espacio y generar costos en el movimiento sobre un equipo de baja utilización. Este equipo de SE, que quedara en la UE1, será la cámara climática de mayor tamaño (CHTAM) y por practicidad se establece que se recibirán y despacharan las muestras pertinentes desde la misma UE.

Los equipos críticos detectados en SE deberán tener un espacio adecuado para su correcto uso y seguridad del operador.

### 5.4 Diagrama de afinidades como herramienta de análisis

Con el objetivo de distribuir las áreas, se procede a realizar un diagrama de afinidades para evaluar las relaciones de los departamentos.

- ✓ Las muestras (en gran mayoría de SE) que son enviadas actualmente al almacén subsuelo, no será necesario debido al mayor espacio en la UE2. Este almacén permanecerá y será utilizado en casos especiales para aquellas muestras que luego de estar almacenadas 6 meses el cliente no declare que fin darle<sup>12</sup>.

- ✓ Para el laboratorio, el departamento de calidad es transversal a todas las áreas por lo que se colocará junto al área directiva.

- ✓ Como se verá en el capítulo 8 del presente proyecto, será posible tener la trazabilidad de los estados. Por ello el depósito intermedio se suprime quedando los almacenes de: *recepción, para ensayo y ensayos finalizados*

Con lo anterior teniéndose en cuenta, se comienza completando el diagrama de afinidades apoyándose en el *checklist* como se observa en la figura 5.4-1 a 5.4-8:

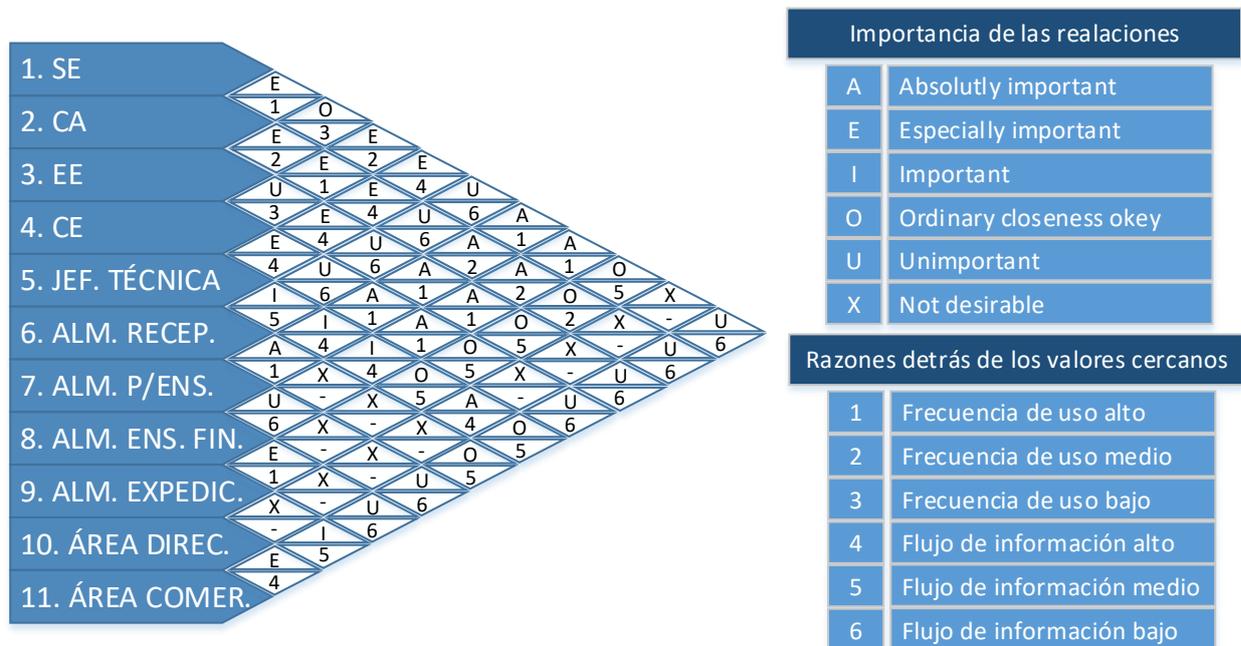


Figura 5.4-1: relaciones entre departamentos. Fuente: elaboración propia.

<sup>12</sup> Las muestras no pueden ser destruidas sin autorización por un periodo de 2 años

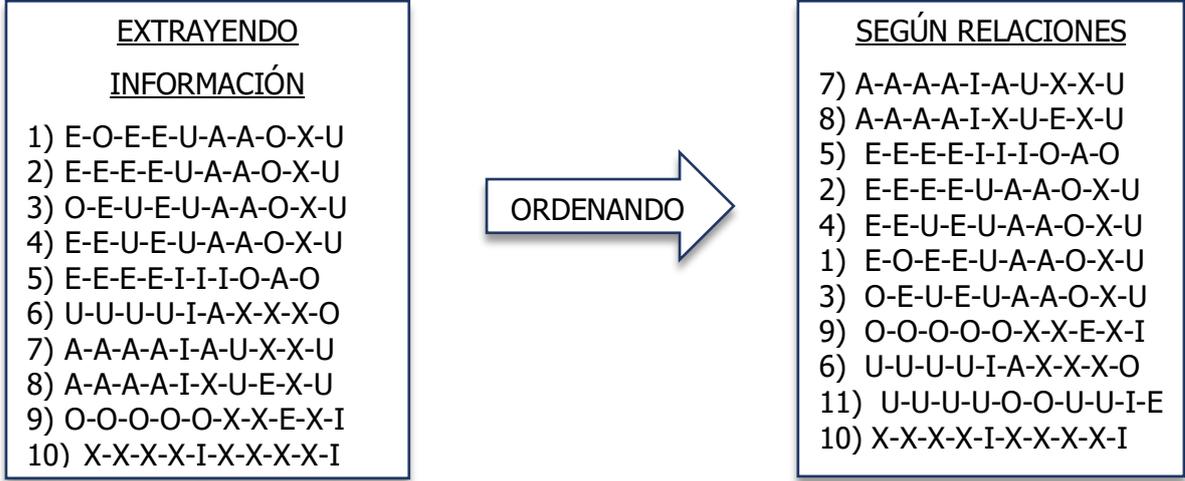


Figura 5.4-2: ordenamiento de las áreas y sus relaciones en forma jerárquica.  
Fuente: elaboración propia.

Luego, se procede a la construcción del diagrama de afinidades manteniendo la misma secuencia de ordenamiento. Teniéndose en cuenta que para cada valor de importancia corresponde una línea de representación, se tiene:

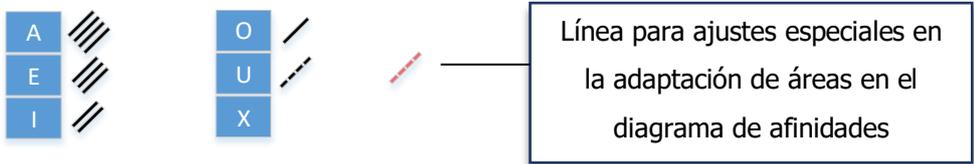


Figura 5.4-3: líneas de representación para cada jerarquía de relación. Fuente: elaboración propia.

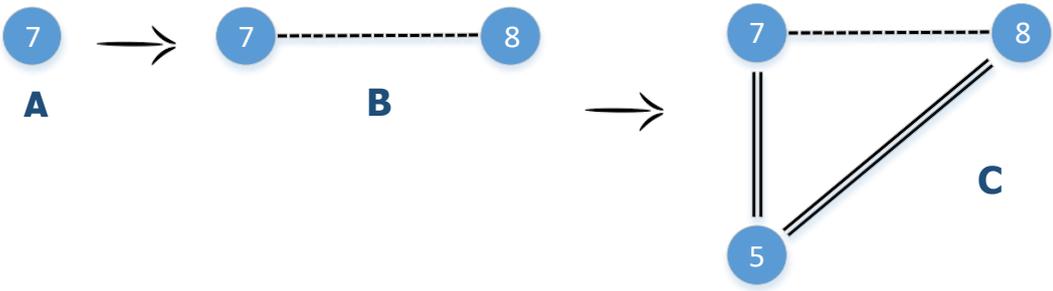


Figura 5.4-4: acomodamiento de las áreas según importancia de relaciones.  
Fuente: elaboración propia.

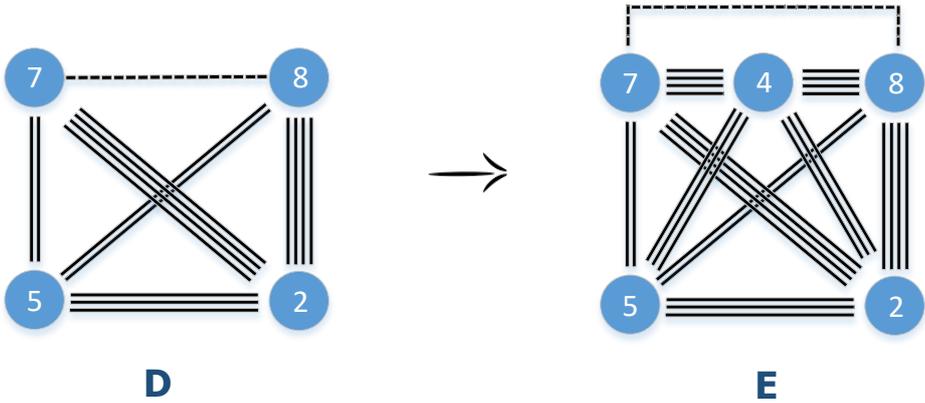


Figura 5.4-5: acomodamiento de las áreas según importancia de relaciones.  
Fuente: elaboración propia.

Llegados a la 5ta colocación (figura 5.4-5 E) se puede observar entre cruzamientos tanto de información como de material en varias áreas, lo que indica que se debe reajustar el grafico. Como no es factible superponer áreas físicamente, se toma para este caso el área 2 y 5 (calibración y jefatura técnica) y se colocaran apartadas del resto, pero teniéndose en cuenta que sea de manera cercana. Se procede así, debido a que tienen relaciones con las demás áreas operativas coordinándolas (flujo de información) o como staff de apoyo en cuanto a la puesta a punto de los equipos. Además, se considera colocar almacenes *para ensayo y finalizado* en el mismo sitio de calibración ya que sus muestras ocupan muy poco espacio, no hay grandes volúmenes de trabajo y, si se prevé un aumento de demanda, tendrán un espacio próximo del almacenamiento principal para ello. Continuándose el diagrama de relaciones entre áreas:

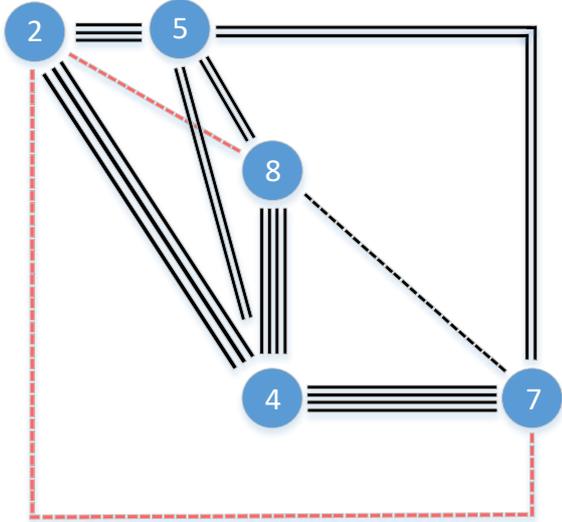


Figura 5.4-6: acomodamiento de las áreas según importancia de relaciones.  
Fuente: elaboración propia.

A partir de aquí se colocarán las demás áreas según la secuencia determinada por la importancia de las relaciones.

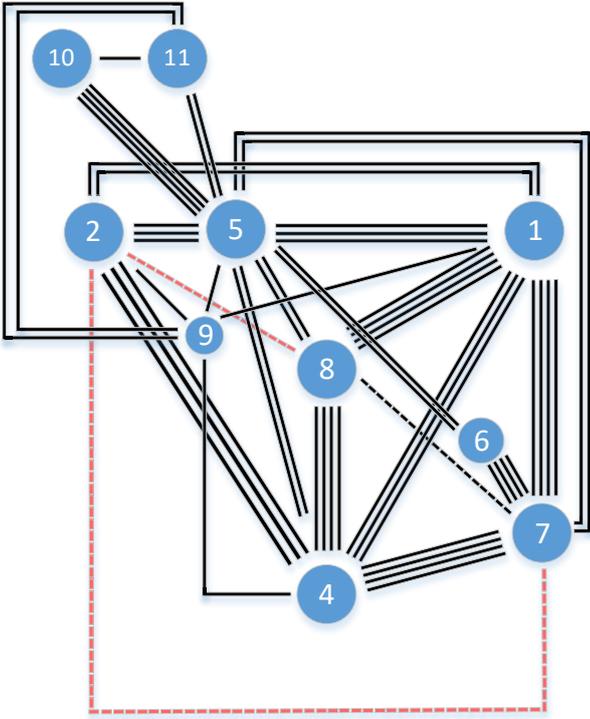


Figura 5.4-7: acomodamiento de las áreas según importancia de relaciones.  
Fuente: elaboración propia.

Tal como como se observa en la figura 5.4-2, EE es la última de las áreas técnicas a colocar y guarda una baja relación con las demás áreas operativas así como bajo nivel de actividad con las áreas de apoyo (jefatura técnica; con un flujo medio de información, almacén recepción; con una no importancia de cercanía y calibración; con trabajos esporádicos en el área). Por ello y apoyándose con el análisis de uso de equipos críticos realizado, la separación de EE hacia otra unidad ejecutora es factible. Continuándose:

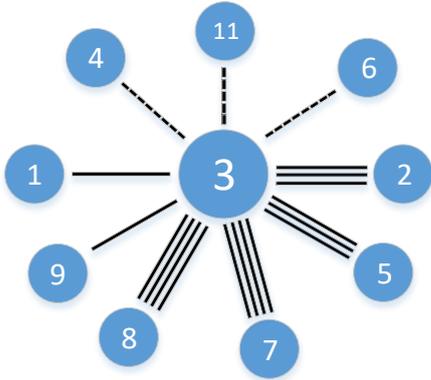


Figura 5.4-8: relaciones con el área de EE, destinada a separarse del resto.  
Fuente: elaboración propia.

En la figura 5.4-8 se pueden ver las relaciones establecidas en el diagrama con el área técnica de EE. A continuación, se procede a la construcción del diagrama de bloque que permite comenzar a ver la distribución de ambas UE.

## 5.5 Diagrama en bloques o de adyacencias

Las formas actuales de los departamentos se ajustan para satisfacer los requerimientos del gráfico de adyacencias en base al diagrama de afinidades. Es necesario realizar alteraciones ya que las formas de estos generalmente derivan de la geometría de las maquinas individuales de cada departamento y de la infraestructura (puertas, pasillos, etc.).

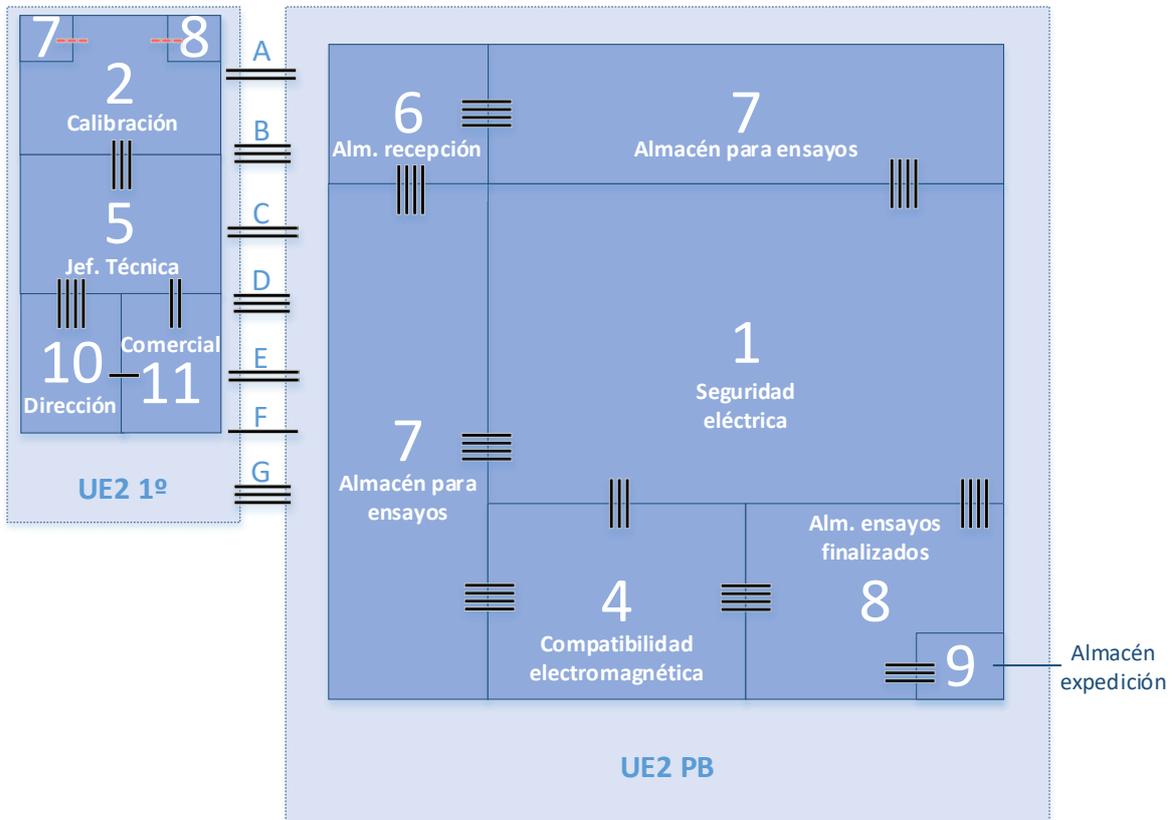


Figura 5.5-1: diagrama de bloques UE2. Fuente: elaboración propia.

En la figura 5.5-1 se tiene la disposición previa de las áreas en la nueva UE2 que será instalada en el PTLC. Las conexiones A; B; C; D; E; F y G representan las relaciones del diagrama de afinidades con las áreas cercanas (2 y 5). El nuevo laboratorio cuenta con 2 pisos, por lo que calibración, jefatura técnica, área directiva y comercial estarán en el 1º y las restantes en PB. Se recuerda que calibración contara con una sección de almacenamiento propia.

REPRESENTACION CONEXION	CONEXIÓN ENTRE
A	5 y 7
B	1 y 5
C	6 y 5
D	1 y 2
E	8 y 5
F	9 y 2; 9 y 5
G	4 y 2

Tabla 5.5-2: relaciones cercanas del diagrama de afinidades con las áreas de PB.  
Fuente: elaboración propia.

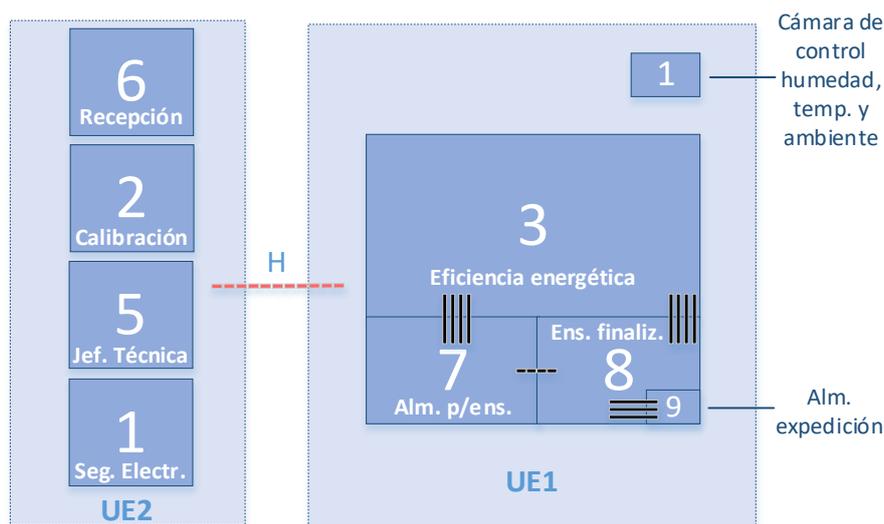


Figura 5.5-3: diagrama de bloques UE1 y conexión con el área UE2.  
Fuente: elaboración propia.

### Análisis crítico

En la figura 5.5-3 se observa las áreas de la UE1 y la relación con la UE2. El equipo CHTAM de SE permanecerá en el sitio. Los departamentos 11 y 4 no son de importancia en cuanto a la cercanía por lo que no se incluyen en el diagrama de bloques. Con respecto al sector recepción (6 para el caso en la figura 5.4-8) en principio, en base al diagrama de relaciones y el análisis de equipos críticos, arroja la prefactibilidad de recibir todas las muestras en la UE2.

La relación entre la UE1 y la UE2 está representada por la letra H y en ella se da:

- El jefe técnico y área directiva/calidad tienen control sobre EE mediante el sistema actual GESCAL y podrían apoyarse sobre un sistema GPA que brinde información de la trazabilidad.
- Para la calibración de los equipos de EE, al ser en su mayoría equipos manuales, podrán ser trasladados a la UE2 o calibrados en el sitio según corresponda. En equipos de mayor porte como el freno, precisan ser calibrados pocas veces en el año y serán atendidos mediante presencia del personal del área de calibración en la UE1.

- Independientemente de donde se reciban las muestras (UE1 y/o UE2), se debe tener un espacio destinado para muestras a ensayar, finalizadas y, de ser necesaria, para expedición desde el mismo sitio. El control de dichos sectores los podrá tener el área directiva y/o jefatura técnica mediante GPA como se observará en capítulos posteriores.
- Existirá un supervisor técnico en la UE1 que responderá a jefatura técnica en la UE2.
- Documentación: para los RI u otra documentación interna generada por la UE1, se propone guardar los archivos originales en el mismo sector y de ser necesaria la transmisión de información, el envío digital de la misma mediante un sistema GPA hacia la UE2.

## 5.6 Requerimientos de espacios de EC y UC

Conociéndose la disposición actual, las áreas a trasladar, los equipos críticos y sus tamaños, se procede al cálculo del espacio que se les debe destinar a estos.

Para el cálculo de los equipos analizados se tiene en cuenta las siguientes observaciones:

- ✓ La superficie de equipamiento auxiliar y superficie dinámica se tendrá en cuenta según el equipo.
- ✓ La superficie de mantenimiento hace uso del espacio destinado entre equipos o para el operador, para lo cual:  $\Delta_{mant.} = 0$
- ✓ No hay superficie para materiales en proceso o residuos.

Se tiene que:

$$\Delta_{total} = \Delta E_{equipo} + \Delta D_{equipo} + \Delta_{mant.} + \Delta_{mat.} + \Delta_{eq. aux.} + \Delta_{op}$$

Luego:

$$\Delta_{total} = \Delta E_{equipo} + \Delta D_{equipo} + \Delta_{eq. aux.} + \Delta_{op}$$

### Cámara de polvo IP

Como ejemplo de cálculo para los EC y UC, se procede con el ancho y profundidad de la cámara de polvo IP con los datos brindados por el *checklist*:

$$\Delta E_{equipo_3} = (A \times P) = 0.75 \times 1.5 = 1.125 [m^2]$$

$$\Delta D_{equipo_3} = (0.75 \times 0.75) = 0.56 [m^2]$$

Para el caso de este equipo, así como CHTAME y la cámara de shock térmico, el equipo auxiliar (aire comprimido) es compartido con otras máquinas y en una localización apartada. Por ello el cálculo será tenido en cuenta por separado, luego:

$$\Delta_{operador_3} = (0.4 \times 0.75) \times 1 = 0.3 [m^2]$$

Dónde:

$$\Delta_{subtotal_3} = 1.125 + 0.56 + 0.3 = 1.985 [m^2]$$

Una vez obtenida la superficie total, siguiéndose la figura 5.6-1 se le adiciona un plus según la carga para los pasillos, espacio entre equipos y/o paredes, donde para el laboratorio se aplica un porcentaje del 10 %.

$$\Delta_{total_3} = \Delta_{subtotal} \times 1.1 \cong 2.18 [m^2]$$

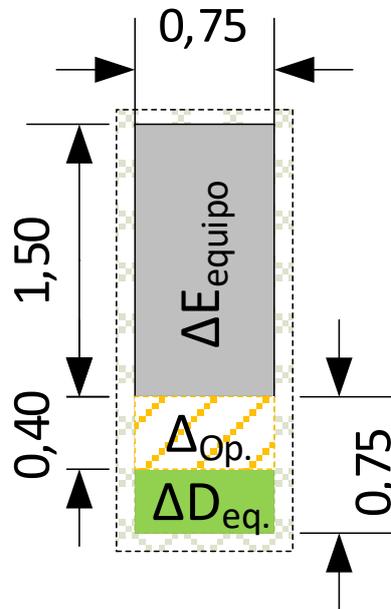


Figura 5.6-1: disposición de las superficies requeridas para la cámara de polvo IP. Medidas expresadas en [m]. Fuente: elaboración propia.

Este proceso se repite para cada EC y UC donde los cálculos y equipos se encuentran detallados en el apartado ANEXO 2, inciso 2.3: diseño de requerimientos de espacio.

## 5.7 Propuestas de distribución en las UE

Finalmente, a partir de los diagramas de relaciones y de bloques de departamentos y de determinar los espacios requeridos para los EC, se procede a las distribuciones en las UE.

### 5.7.1 Distribución propuesta UE1

Considerándose lo expuesto en las celdas resaltadas de la columna *requerimientos del sector* de la Tabla 5.2.1-1 se establece:

El 1º piso será cedido al grupo GISIESE mientras que en PB únicamente el área no delimitada por cuadrículas en la figura 5.7.1-1 se mantendrá en ocupación, siendo el antiguo sector *depósito muestras para ensayo* destinado a uno de los ensayos importantes en EE: televisores. El objetivo es que el sector este apartado para facilitar los ensayos de ruido rosa y equipos de aire acondicionado para mantener el control de temperatura. El área A estará abocado a la parte administrativa y de supervisión, mientras que los sectores B, C y D estarán destinados al almacenamiento y serán detallados en el capítulo 7. La cámara de climática de SE se mantendrá en el mismo sitio.

Continuando, se propone la distribución de los equipos de EE de la siguiente manera:

- ✓ **Equipo para ensayo de motores:** será colocado en el lugar del antiguo freno de SE para aprovechar la instalación de extracción de calor y cuarto insonoro. Se elimina la puerta doble hoja y se coloca una puerta corrediza insonorizada. Además, se considera para el movimiento de cargas pesadas del freno, un nuevo equipo auxiliar: un Guinche Pluma hidráulico de 1 [t] de carga con una superficie estática de 0,9 [m] x 1,5 [m]. Se limita una zona aproximada de 2,6 [m] x 4 [m] para los movimientos en el sector.
- ✓ **Esfera de Ulbricht:** será colocada en el último sector del área técnica de EE, para facilitar la visualización del lugar y los movimientos de los operadores.

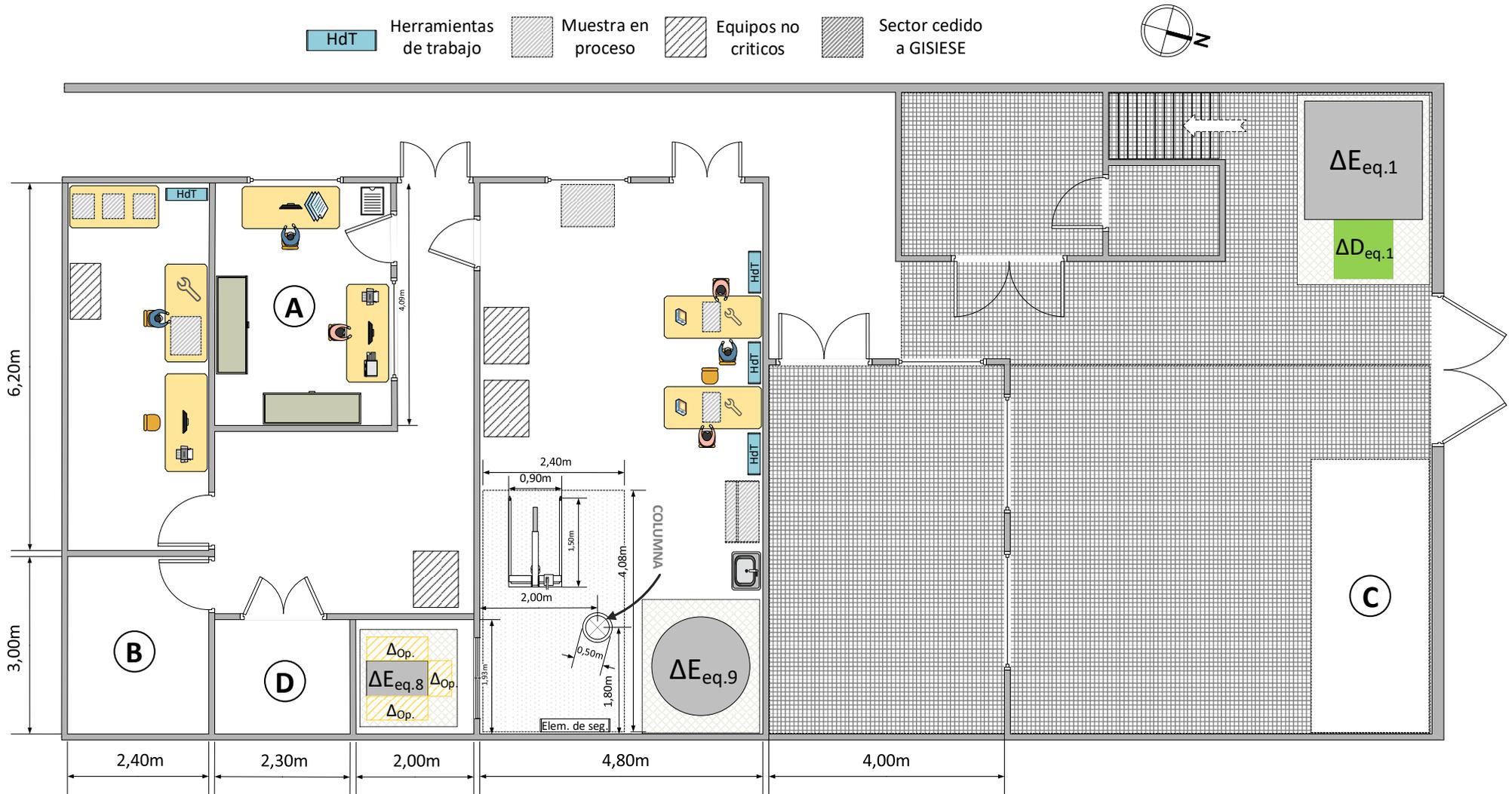


Figura 5.7.1-1: propuesta de disposición de los equipos críticos en UE1. Fuente: elaboración propia

### 5.7.2 Distribución propuesta UE2 PB

El acomodamiento de SE y CE será en la PB del edificio donde se incluyen los equipos críticos de SE, el sector de trabajo del personal y una distancia interna de 80 [cm]<sup>13</sup> entre estos y el equipo de tensión resistida.

- ✓ Las unidades críticas 4 y 5 se dispondrán en zonas especiales: se propone la ubicación para ensayos de iluminarias un cuarto y para el ensayo de fuego y llama en otro. Este último al ser un ensayo con llama leve, no necesita adecuaciones especiales.
- ✓ Las cámaras de impacto y shock térmico, CHTAME y polvo se acomodarán en una misma área.
- ✓ El equipo para ensayo de freno será ubicado en cuarto separado con paredes insonorizadas.

A continuación, se disponen los equipos donde los números en el plano harán referencia a cada sector establecido en el diagrama de afinidades. El área de depósito será analizada en capítulos posteriores mientras que los sectores A, B y C se distribuirán según figura 5.7.2-1. Mas detalles pueden verse en figuras 5.7.2-2, 5.7.2-3 y 5.7.2-4:

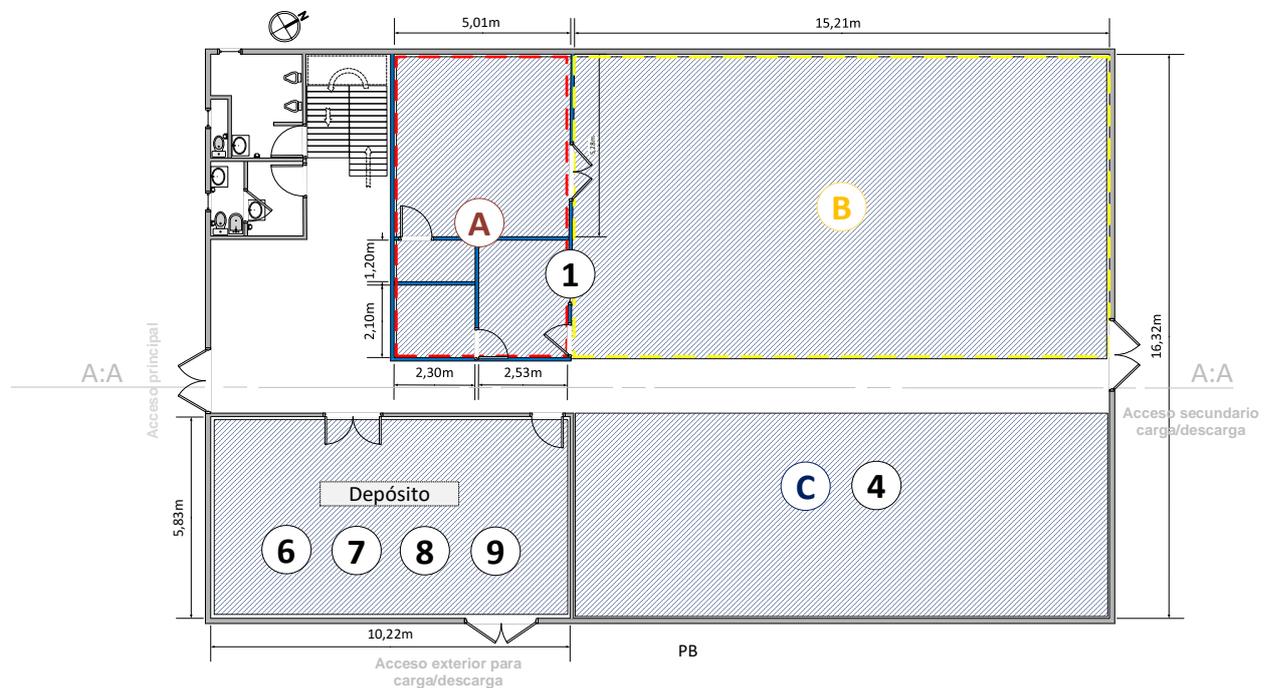


Figura 5.7.2-1: disposición en base al diagrama en bloques sobre la UE2.

Fuente: elaboración propia.

<sup>13</sup> Valor establecido para equipos que operan hasta 1 [Kv]. Fuente: catedra higiene y seguridad UTN.

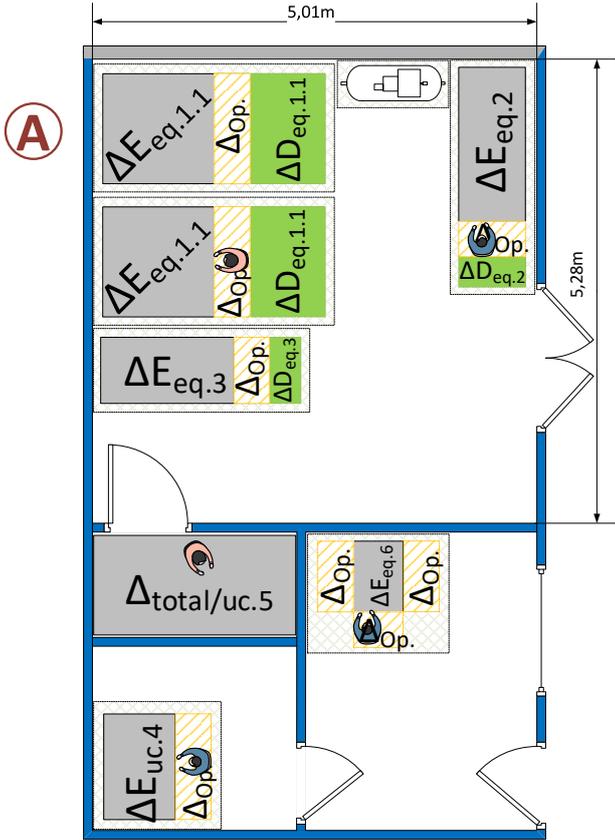


Figura 5.7.2-2: disposición de los equipos críticos SE en el sector A de PB de la UE2. Los muros azules están insonorizados. Fuente: elaboración propia.

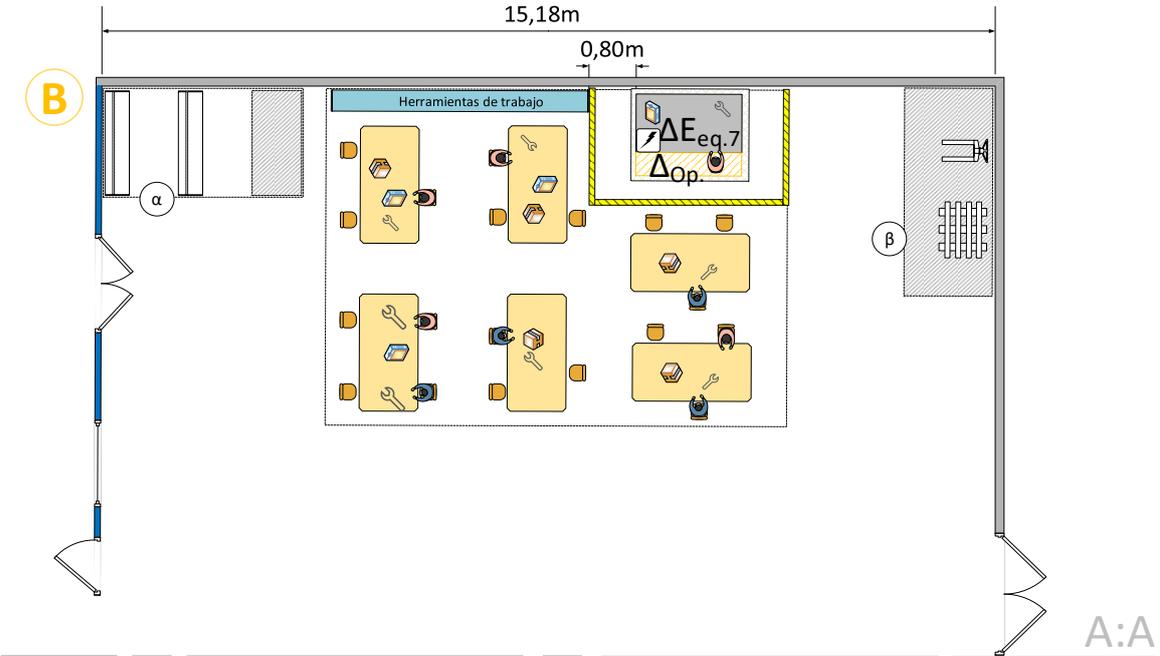


Figura 5.7.2-3: disposición del equipo crítico de tensión resistida de SE y personal en el sector de PB de la UE2. Fuente: elaboración propia.

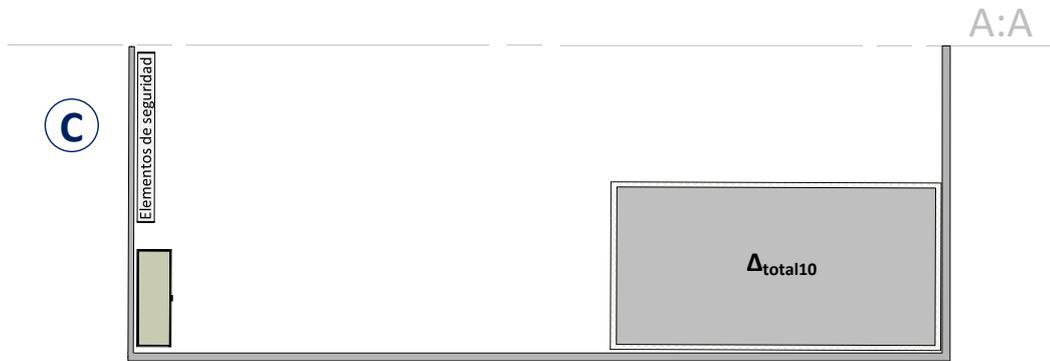


Figura 5.7.2-4: disposición de los equipos críticos CE. Fuente: elaboración propia.

### 5.7.3 Distribución propuesta UE2 1º piso

El área de CA (con su propio almacenamiento), jefatura técnica, dirección/calidad y sector comercial se encuentran situados en el 1º piso manteniendo así la cercanía con las áreas técnicas propuestas en el diagrama de bloques según figura 5.5-1. Luego, como se observa en la figura 5.7.3-1 y 5.7.3-2 se tiene:

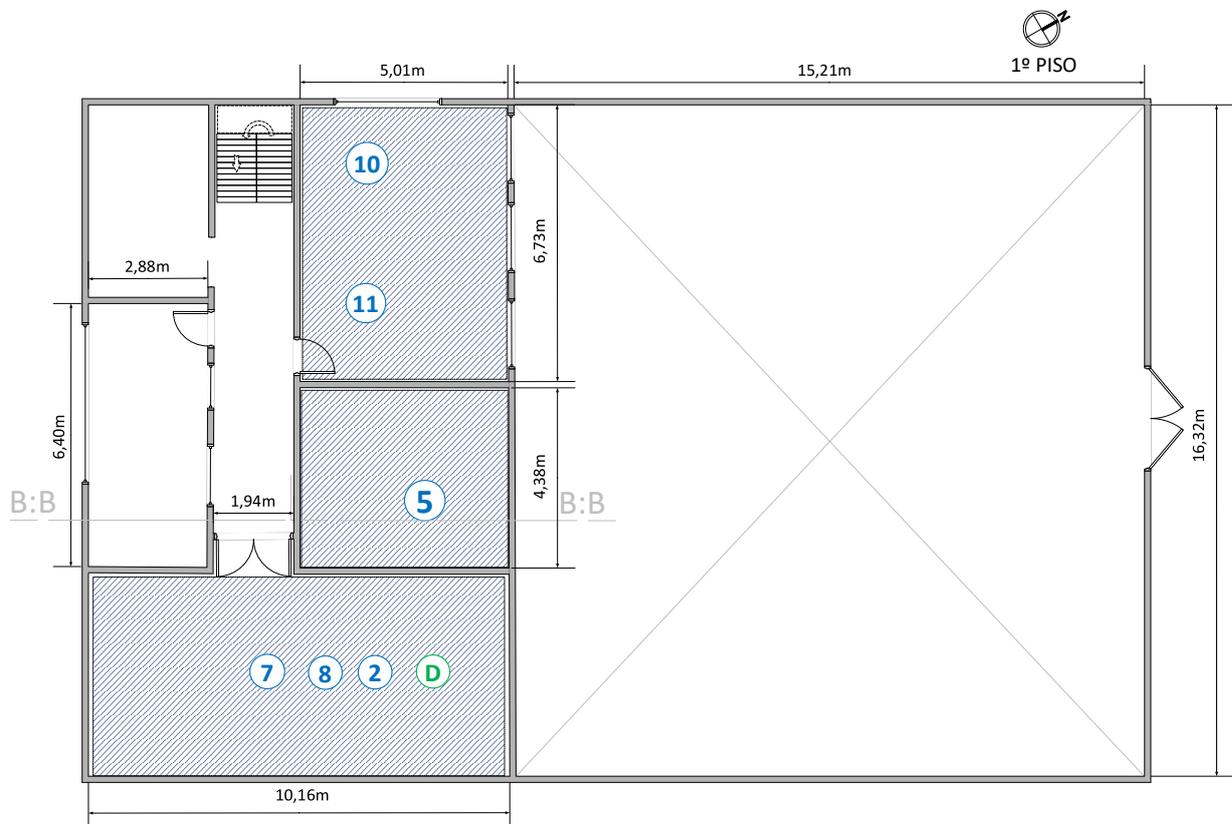


Figura 5.7.3-1: disposición de las áreas 1º piso UE2.

Fuente: elaboración propia.

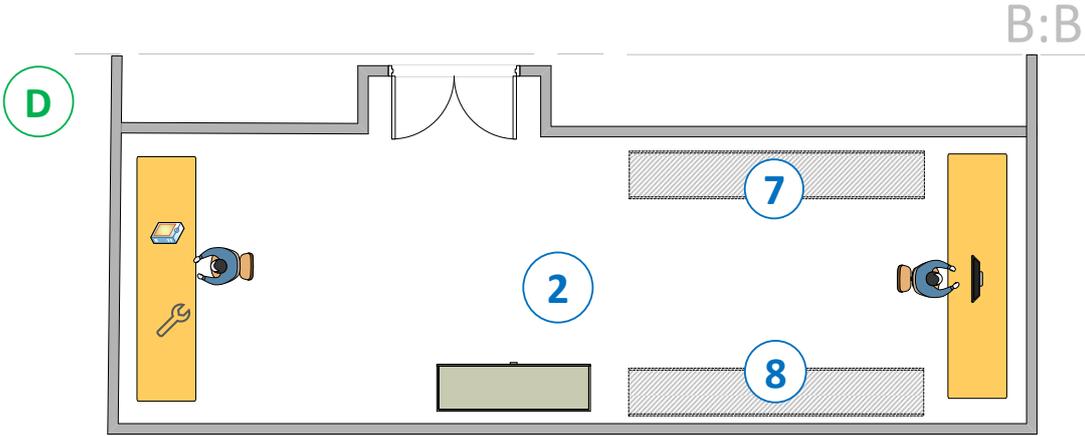


Figura 5.7.3-2: disposición de CA 1º piso UE2, se incluyen los sectores de depósitos. Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 6. DECISIÓN DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y ACTAS

---



## 6.1 Análisis de alternativas

Al tener dos emplazamientos, resulta importante establecer donde se recibirán y despacharán las muestras. Se pueden plantear tres alternativas en cuanto a cada caso:

- Mantener la recepción en el lugar actual (UE1).
- Recibir las muestras según ensayos o normas a aplicarse en cada UE correspondiente.
- Comenzar a recibir en el nuevo emplazamiento (UE2).

En cuanto expedición resulta, en principio, se puede plantear que las muestras se despachen desde cada unidad ejecutora donde se realizó el último ensayo. Esto es debido por:

- ✓ La cantidad de traslados entre UE se disminuyen al despacharse desde la última zona de trabajo.
- ✓ La ocupación del espacio por muestras finalizadas está destinada para la misma UE (salvo casos particulares de traslados como la agrupación de muestras de un mismo cliente).

Por otro lado, los RI que se generen serán relevados digitalmente para evitar pérdidas de información entre traslados y los TR serán emitidos desde la UE2.

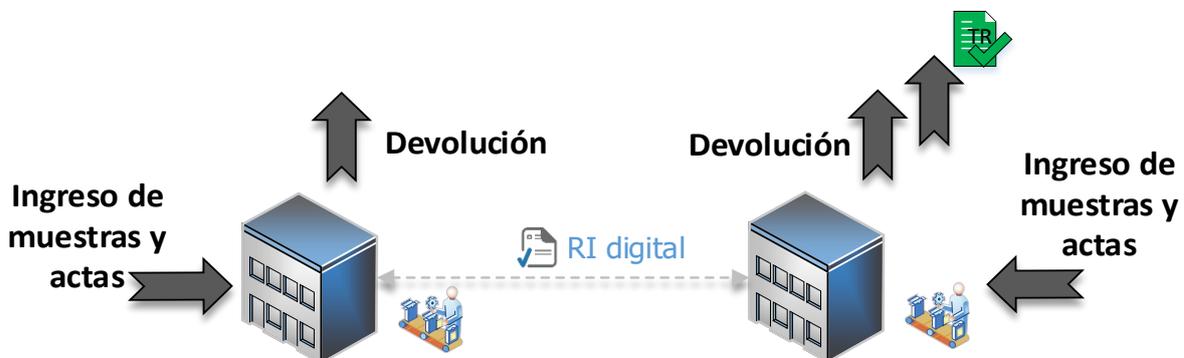


Figura 6.1-1: ingresos y devoluciones, costos que no generan una variación en la decisión de donde recepcionar o despachar. Fuente: elaboración propia.

Observándose la figura 6.1-1 se deja establecido que tanto los costos de ingreso como de egreso son a cargo del cliente por lo que estos mismos no afectaran el lugar de recepción o expedición. Si, en cambio, podrán surgir costos debido a los traslados potencialmente excesivos entre UE.

Para analizar las ventajas y desventajas de cada alternativa se recurre nuevamente a los datos obtenidos del *checklist* y en la información brindada por el personal de laboratorio. Los costos serán evaluados de manera algebraica para luego ser detallado en el capítulo económico.

$$C_{ij} = \text{Costo "i" alternativa "j"}$$

**Consideraciones:**

- ✓ Baja posibilidad<sup>14</sup> en que deba ensayarse una misma muestra para EE y áreas de la UE2. De existir el caso, deberá ser trasladada.
- ✓ Si existe un exceso de muestras suspendidas sin definir en el almacenamiento de la UE2, serán enviadas al almacén subsuelo que se encuentra en la UE1 para liberar espacio.
- ✓ Si un cliente posee varias muestras al momento de finalizar los ensayos, la metodología del laboratorio es ir agrupándolas para su expedición evitando el acumulamiento de muestras no retiradas.

### 6.1.1 Alternativa N°1

Para la primera alternativa, figura 6.1.1-1, se propone el ingreso de todas las muestras a través de la UE1 y se detallan los casos que pueden generarse. Se tiene:

**Desventajas:**

- Un desplazamiento del 95% de las muestras de SE, CE y CA desde la UE1 hacia la UE2, generando costos altos en traslados internos.
- Riesgo de acumulación de muestras en UE1 por falta de espacio.
- Atención del laboratorio en el traslado de las muestras de SE, CE, CA.
- Las actas deben ser trasladadas a la UE2 debido a que allí se encuentra el área de jefatura técnica.

**Ventajas:**

- Mayor rango horario para la recepción de muestras en la UE1 (la mesa de entrada de la universidad facilita recibir y resguardar las muestras en un horario más amplio de trabajo que el LAMYEN)
- Clientes acostumbrados al envío de muestras a la UE1, lo que se traduce en menos confusiones.

Surgirán 4 casos hipotéticos de recepción y expedición: A, B, C y D que se resumirán en la tabla 6.1.1-5.

---

<sup>14</sup> Debido a las diferencias de tiempo entre acreditación y reacreditación (inciso 5.2.2).

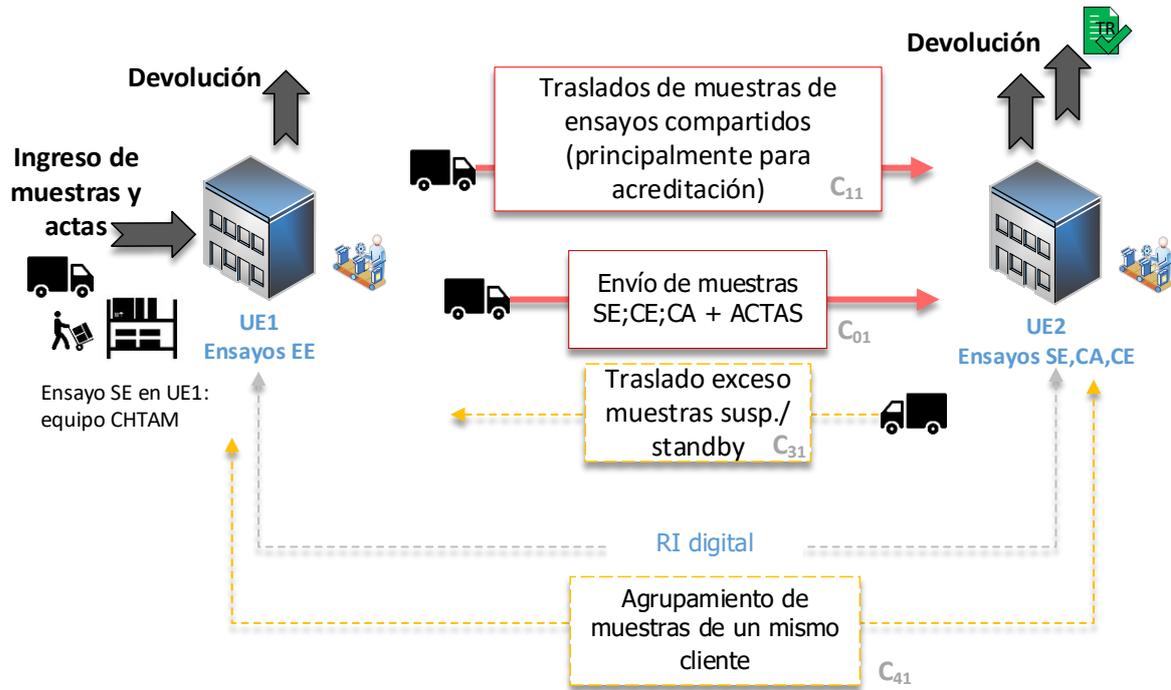


Figura 6.1.1-1: casos que pueden surgir con la alternativa N°1. Fuente: elaboración propia.

### Casos que pueden surgir en base a la alternativa N°1

Observándose la figura 6.1.1-1:

Caso A: la muestra se ingresa, se ensaya y se expide desde la UE1.

Caso B: siendo C el costo de trasladar todas las muestras del laboratorio,  $C_{01}$  representa el costo de traslado de las muestras de SE, CE y CA (al momento del estudio estas representan el 95% de las muestras totales ensayadas al año). Se despachan desde la UE2.

$$C_{01} = n_1 \times C = 0,95 \times C$$

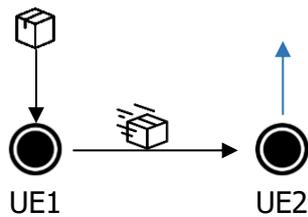
Dentro de este traslado se podrán sumar aquellas muestras que se presentan en los casos C y D.

Adicionalmente, se expone que el costo de traslado hacia el depósito subsuelo en la UE1 de muestras en standby o suspendidas en caso de requerir liberar espacio en la UE2 es:  $C_{31}$ .

$$C_{31} \ll C_{01}$$

En las siguientes figuras de la presente unidad, las flechas oscuras determinan el traslado físico y las flechas azules indican el lugar de expedición.

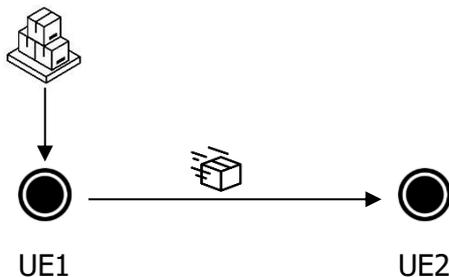
Caso C: una muestra con ensayos en ambas UE.



Para el caso de recepción de un único equipo con el objeto de acreditar ensayos en ambas UE (SE y EE), el costo de traslado ( $C_{11}$ ) se incluye dentro del mismo movimiento de las muestras de SE, CE y CA ( $C_{01}$ ) hacia la UE2. La secuencia es: se comienza ensayando la muestra donde se recibe (UE1), se traslada y termina en la siguiente UE2 ( $\Rightarrow C_{11} = 0$ ).

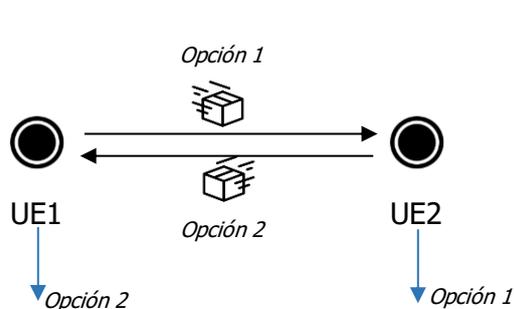
Figura 6.1.1-2: caso C alternativa N°1. Fuente: elaboración propia.

Caso D: recepción de un conjunto de muestras para diferentes UE: un mismo cliente.



Primer parte de la secuencia: se ensayan las pertinentes a EE en la UE1 y se envían aquellas con destino a UE2. Si bien hay un traslado, no se refleja un costo ya que se incluye dentro del mismo movimiento de las muestras de SE, CE y CA ( $C_{01}$ ) hacia la UE2.

Figura 6.1.1-3: Caso D alternativa N°1. Fuente: elaboración propia.



Segunda parte de la secuencia (agrupamiento): al finalizar los ensayos se agrupan las muestras. El responsable de depósito considerará la opción más conveniente de menor cantidad de viajes, pudiendo ir desde la UE1 hacia la UE2 para despacharse desde allí o caso inverso. El costo para el agrupamiento de muestras para el despacho de un mismo cliente es:  $C_{41}$ .

Figura 6.1.1-4: Caso D alternativa N°1. Fuente: elaboración propia.

En resumen, se tiene en la tabla 6.1.1-5:

Casos	Ensayos con destino:	↓ Ingreso y ↑ egreso	Frecuencia de trabajos	Costos traslados entre UE
Para ensayos con destino a una UE se tienen los casos A y B				
<b>A</b>	EE	↓ ↑ UE1	5%	-
<b>B</b>	SE, CE y CA	↓ UE1 → ↑ UE2	95%	$C_{01}$
Para ensayos en diferentes UE se tienen los casos C y D				
<b>C</b>	Única muestra con ensayos en EE y SE (ensayos compartidos: de acreditación)	↓ UE1 → ↑ UE2	$\approx 1\%$ <sup>15</sup>	$C_{11} = 0$
<b>D</b>	Un mismo cliente con muestras para ensayos en EE y otras a SE que luego deben ser agrupadas	↓ UE1 → UE2 → se agrupa en → ↑ UE2 ó ↓ UE1 → UE1 → se agrupa en → ↑ UE1	$< 2\%$ <sup>16</sup>	$C_{41}$

Tabla 6.1.1-5: casos junto a propuestas de ingreso y egresos. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, expresándose el costo total de la alternativa 1 en base a figura 6.1.1-1 y tabla 6.1.1-5 se tiene:

$$C_{alt1} = C_{01} + C_{31} + C_{41} = 0.95 \times C + C_{31} + C_{41}$$

### 6.1.2 Alternativa N°2

Para esta nueva propuesta, los clientes deberán destinar las muestras con ensayos de SE, CE y CA a la UE2 y las de EE a la UE1. Se presentan en la figura 6.1.2-1 los casos que pueden generarse, teniéndose así:

#### **Desventajas:**

- Durante un tiempo existirá el riesgo de aumentar las confusiones del envío de muestras y actas a cada UE por parte de clientes y acreditadora.
- Ambas UE deben estar preparadas para recepcionar: cada una deberá contar al menos, con dos encargados de almacenamiento que ingresen la información al sistema, verifiquen remitos,

<sup>15</sup> En base las cantidades con las que se realizó la tabla 5.2.2-1, ensayos televisores. El porcentaje es representativo de la cantidad de muestras totales ensayadas en el Laboratorio.

<sup>16</sup> Estimación brindada por LAMYEN y cotejado con lo expuesto en el inciso 5.2, SE y EE (baja relación). El porcentaje es representativo de la cantidad de muestras totales ensayadas en el Laboratorio.

controlen las muestras, coordinen recepciones, entre otras. Deben además tener un sector dedicado para la recepción.

- Si un cliente en un mismo envío presenta muestras con ensayos para EE y otros para SE, aumenta la posibilidad de confusiones y los costos de traslados. Estos problemas de trazabilidad y de flujo que se buscarían solucionar con la propuesta del GPA en los capítulos siguientes.

**Ventajas:**

- Las muestras recurren al sitio de trabajo directamente.

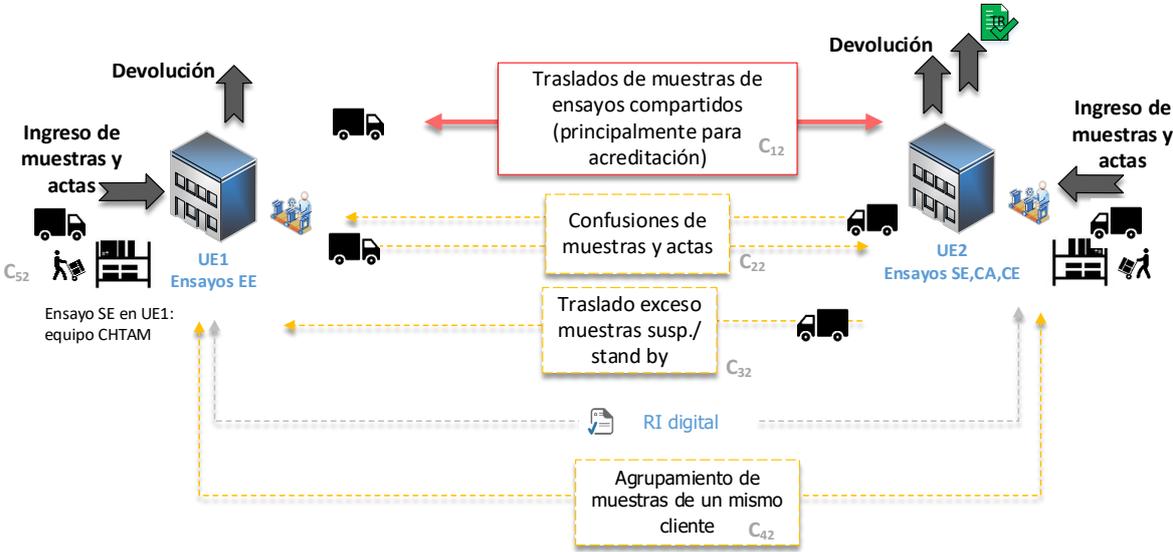


Figura 6.1.2-1: casos que pueden surgir con la alternativa N°2. Fuente: elaboración propia.

**Casos que pueden surgir en base a la alternativa N°2**

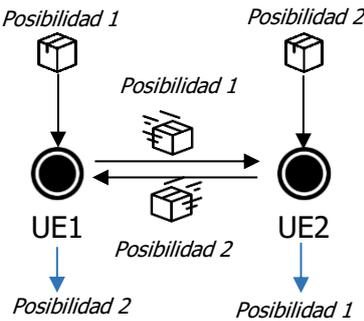
Observándose la figura 6.1.2-1:

Caso A: la muestra se ingresa, se ensaya y se expide desde la UE1.

Caso B: la muestra se ingresa, se ensaya y se expide desde la UE2.

Adicionalmente, se expone que el costo de traslado hacia el depósito subsuelo en la UE1 de muestras en *standby* o *suspendidas* en caso de requerir liberar espacio en la UE2 es:  $C_{32}$ . Misma situación que alternativa 1, entonces:  $C_{32} = C_{31}$

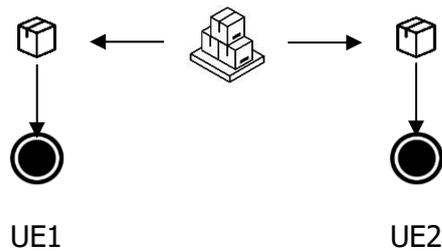
Caso C: una muestra con ensayos en ambas UE.



Para el caso de recepción de un único equipo con el objeto de acreditar ensayos en ambas UE (SE y EE), el costo de traslado es  $C_{12}$ . La secuencia es: el ensayo comienza en donde se recibe, se termina, traslada y expide en la siguiente UE (dos posibilidades, figura 6.1.2-2)

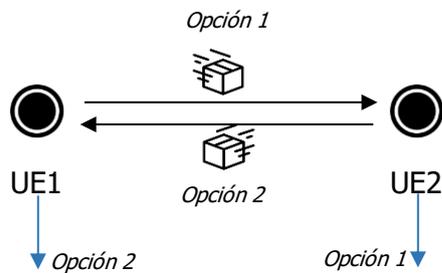
Figura 6.1.2-2: caso C alternativa N°2. Fuente: elaboración propia.

Caso D: recepción a partir de un conjunto de muestras para diferentes UE: un mismo cliente.



Primer parte de la secuencia: a partir de un conjunto de muestras donde unas tienen destino a la UE1 y otras a la UE2, el cliente las entrega en cada sitio. El sitio de entrega del acta aquí no es una restricción pudiéndose dejar en una de ellas. No hay traslados para el Laboratorio.

Figura 6.1.2-3: Caso D alternativa N°2. Fuente: elaboración propia.



Segunda parte de la secuencia (agrupamiento): al finalizar los ensayos las muestras se agrupan. El responsable de depósito considerará la opción más conveniente de menor cantidad de viajes, pudiendo ir desde la UE1 hacia la UE2 para despacharse desde allí o caso inverso. El costo para el agrupamiento de muestras para el despacho de un mismo cliente es:  $C_{42}$ . Este representa la misma cantidad de movimientos al agrupar que el caso D en la alternativa 1 por lo que  $C_{42} = C_{41}$ .

Figura 6.1.2-4: Caso D alternativa N°2. Fuente: elaboración propia.

### Comparativa de costos con la alternativa 1:

- El costo de traslado  $C_{12}$  es menor al  $C_{01}$  de la alternativa 1: a pesar de haber traslados, es una mejor opción en comparativa a mover el 95% de las muestras.

$$C_{12} \ll C_{01}$$

- $C_{42}$  representa la misma cantidad de movimientos que el caso D en la alternativa 1 por lo que  $C_{42} = C_{41}$ .
- El costo adicional que existirá durante las etapas de adaptación en los envíos por confusiones de actas y muestras de clientes es:  $C_{22}$  y el mismo desaparecerá con la adaptación al cambio.
- Surgirá un costo frente a la necesidad de personal extra para recibir en ambas UE, adaptación del almacenamiento para la recepción e ingreso al sistema:  $C_{52}$

En la tabla 6.1.2-5 siguiente se presenta un resumen de lo expuesto:

Casos	Ensayos con destino:	↓ Ingreso y ↑ egreso		Frecuencia de trabajos	Costos traslados entre UE
Para ensayos con destino a una UE se tienen los casos A y B					
<b>A</b>	EE	↓ ↑ UE1		5%	-
<b>B</b>	SE, CE y CA	↓ ↑ UE2		95%	-
Para ensayos en diferentes UE se tienen los casos C y D					
<b>C</b>	Única muestra con ensayos en EE y SE (ensayos compartidos: de acreditación)	Posibilidad C1	↓ UE1 → ↑ UE2	≈1%	$C_{12}$
		Posibilidad C2	↓ UE2 → ↑ UE1		
<b>D</b>	Un mismo cliente con diferentes muestras para ensayos en EE y otras a SE que luego deben ser agrupadas	Posibilidad D1	↓ UE1 → se agrupa → ↑ UE2	<2%	$C_{41}$
		Posibilidad D2	↓ UE2 → se agrupa → ↑ UE1		

Tabla 6.1.2-5: casos hipotéticos junto a propuestas de ingreso y egresos. Fuente: elaboración propia

Luego, en la alternativa 2 se destacan los siguientes puntos:

- ✓ Confusiones: existirá un costo adicional en los traslados debido a confusiones de actas y muestras por parte del cliente. El mismo desaparecerá con la adaptación al cambio.
- ✓ Generaciones de nuevos costos: personal extra y mayor inversión para la recepción en la UE1. Esto se detallará en la sección 10.2.5, alternativa 2.

$$C_{alt2} = C_{12} + C_{32} + C_{42} + C_{52}$$

### 6.1.3 Alternativa N°3

Se propone el ingreso de todas las muestras en la UE2, donde a diferencia de la alternativa 1, la cantidad de muestras a trasladar será mucho menor hacia la UE1. Se detallan los casos que pueden generarse en la figura 6.1.3-1.

#### Desventajas:

- Adaptación de los clientes al envío de muestras hacia el nuevo emplazamiento: UE2.
- No cuenta con mesa de entrada de la universidad para recibir y resguardar las muestras hasta la apertura del Laboratorio. Horario ajustado al laboratorio para la recepción.

- Atención del laboratorio en el traslado de las muestras de EE.

### **Ventajas:**

- Menores traslados respecto a la alternativa 1, generándose una mejora en cuanto al flujo y la trazabilidad.
- No hay riesgo de acumulación de muestras por falta de espacio (nuevo emplazamiento preparado para el mayor volumen).
- Muestras ingresadas en el área de mayor uso del laboratorio.
- Menor inversión al no adaptar y generar espacio en ambas UE para la recepción de muestras.

De ser necesario, los excesos en el almacenamiento de la UE2, referentes a muestras suspendidas, serán enviados al almacén subsuelo que se encuentra en la UE1 para liberar espacio.

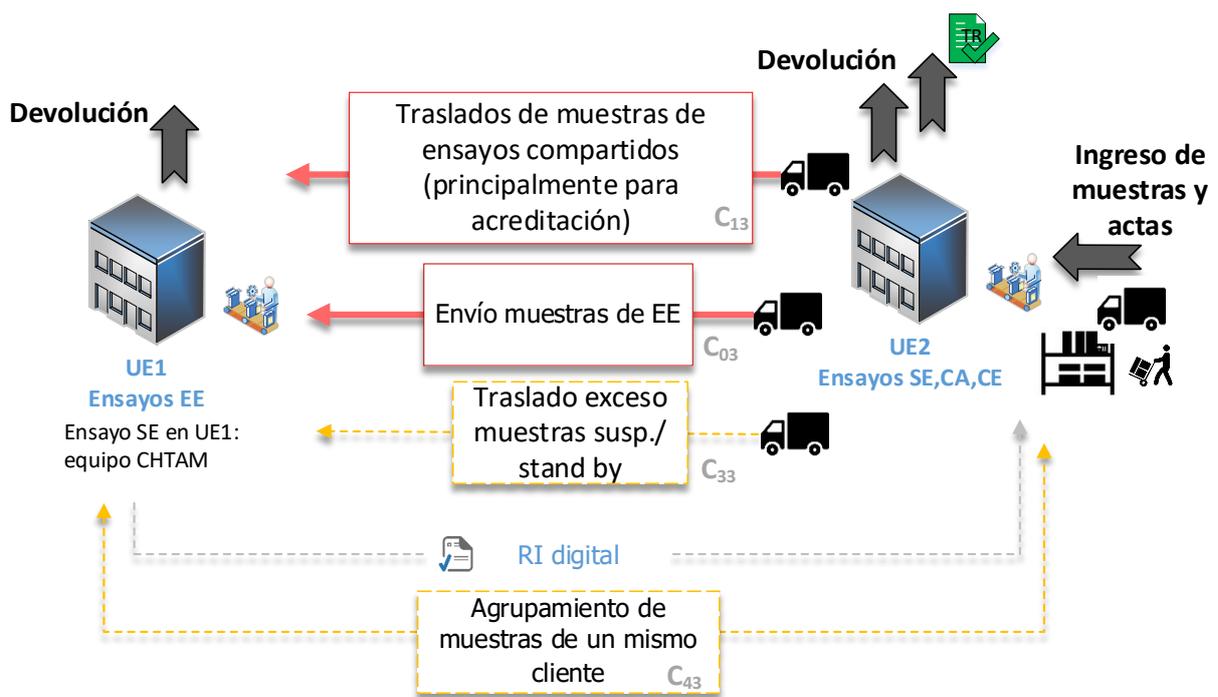


Figura 6.1.3-1: casos que pueden surgir con la alternativa N°3. Fuente: elaboración propia.

### **Casos que pueden surgir en base a la alternativa N°3**

Observándose la figura 6.1.3-1:

Caso A: siendo C el costo de trasladar todas las muestras del laboratorio,  $C_{03}$  representa el costo de traslado de las muestras con destino a EE (al momento del estudio estas representan el 5% de las muestras totales ensayadas al año). Se despachan desde la UE1.

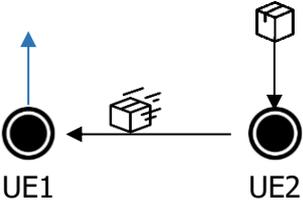
$$C_{03} = n_2 \times C = 0,05 \times C$$

Dentro de este traslado se podrán sumar aquellas muestras que se presentan en los casos C y D.

Adicionalmente, se expone que el costo de traslado hacia el depósito subsuelo en la UE1 de muestras en standby o suspendidas en caso de requerir liberar espacio en la UE2 es:  $C_{33}$ . Luego:  $C_{33} = C_{32} = C_{31}$

Caso B: la muestra se ingresa, se ensaya y se expide desde la UE2.

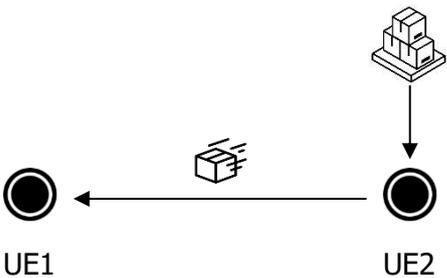
Caso C: una muestra con ensayos en ambas UE.



Para el caso de recepción de un único equipo con el objeto de acreditar ensayos en ambas UE (SE y EE), el costo de traslado ( $C_{13}$ ) se incluye dentro del mismo movimiento de las muestras de EE hacia la UE1. La secuencia es: se comienza ensayando la muestra donde se recibe (UE2), se traslada, termina y expide en la siguiente UE1 ( $\Rightarrow C_{13} = 0$ ).

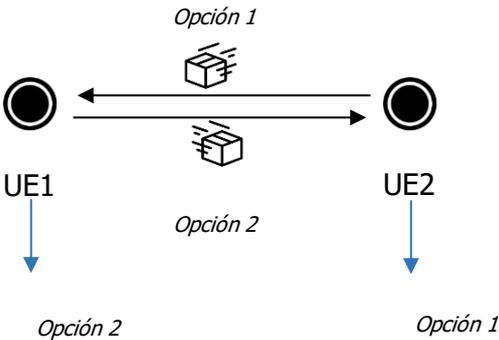
Figura 6.1.3-2: caso C alternativa N°3. Fuente: elaboración propia.

Caso D: recepción de un conjunto de muestras para diferentes UE: un mismo cliente.



Primer parte de la secuencia: se ensayan las respectivas muestras en la UE2 y se envían aquellas con destino a la UE1. Si bien hay un traslado, no se refleja un costo ya que se incluye dentro del mismo movimiento de las muestras de EE ( $C_{03}$ ) hacia la UE1.

Figura 6.1.3-3: Caso D alternativa N°3. Fuente: elaboración propia.



Segunda parte de la secuencia (agrupamiento): al finalizar los ensayos se agrupan las muestras. El responsable de depósito considerará la opción más conveniente de menor cantidad de viajes, pudiendo ir desde la UE2 hacia la UE1 para despacharse desde allí o caso inverso. El costo para el agrupamiento de muestras para el despacho de un mismo cliente es:  $C_{43}$ . Este representa la misma cantidad de movimientos al agrupar que el caso D en la alternativa 1 y 2 por lo que  $C_{43} = C_{42} = C_{41}$ .

Figura 6.1.3-4: Caso D alternativa N°3. Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla 6.1.3-5 se presenta un resumen de lo expuesto:

Casos	Ensayos con destino:	Ingreso y egreso	Frecuencia de trabajos	Costos traslados entre UE
Para ensayos con destino a una UE se tienen los casos A y B				
<b>A</b>	EE	↓ UE2 → ↑ UE1	5%	$C_{03}$
<b>B</b>	SE, CE y CA	↓ ↑ UE2	95%	-
Para ensayos en diferentes UE se tienen los casos C y D				
<b>C</b>	Única muestra con ensayos en EE y SE (ensayos compartidos: de acreditación)	↓ UE2 → ↑ UE1	≈1%	$C_{13} = 0$
<b>D</b>	Un mismo cliente con diferentes muestras para ensayos en EE y otras para SE que luego deben ser agrupadas	↓ UE2 → UE1 → se agrupa → ↑ UE1 ó ↓ UE2 → UE1 → se agrupa → ↑ UE2	<2%	$C_{43}$

Tabla 6.1.3-5: casos hipotéticos junto a propuestas de ingreso y egresos. Fuente: elaboración propia.

Se tiene:

$$C_{alt3} = C_{03} + C_{33} + C_{43} = 0.05 \times C + C_{33} + C_{43}$$

### Conclusión de las alternativas

A continuación, se comparan algebraicamente los costos de las alternativas

Alternativa 1:  $C_{alt1} = n_1 \times C + C_{31} + C_{41}$

Alternativa 2:  $C_{alt2} = C_{12} + C_{32} + C_{42} + C_{52}$

Alternativa 3:  $C_{alt3} = n_2 \times C + C_{33} + C_{43}$

Respetándose la confidencialidad en los valores del laboratorio, se determinan las conclusiones de cada alternativa:

- Alternativa 1: se descarta la posibilidad de recibir en la UE1 por su ineficiencia en la cantidad de traslados.
- En la alternativa 3 se adapta la UE2 para la recepción, mientras que en la alternativa 2 se debe adaptar la UE1 y UE2 para dicha tarea (mayor equipamiento y personal:  $C_{52}$ ). Justificar la

adaptación de la UE1 lleva a una mayor inversión de personal, preparación del espacio y sistema de GPA, donde el costo de invertir representa 1.7 veces los ingresos actuales en EE<sup>17</sup>:

$$\frac{C_{alt2}}{\text{Ingresos del área EE}} = 1.7$$

Si los trabajos (o el equivalente en ingresos) en EE aumentaran un 70% y se mantuvieran por 60 meses para una amortización, justificarían la inversión del equipamiento de la alternativa 2 por lo que a partir de allí debería considerarse la adaptación de la UE1 para receptionar en ambas UE.

Los detalles de los cálculos de la alternativa 2 y 3 se detallan en la unidad 10.2.5.

Luego:

$$C_{alt1} > C_{alt2} > C_{alt3}$$

Mediante análisis algebraico se determina que la opción óptima es la alternativa N°3; recibiendo en la UE2 y despachándose desde ambas UE y uniendo las muestras de un mismo cliente para despacho según corresponda.

Es de importancia dejar en claro que, para la propuesta elegida, las muestras que estén suspendidas se encontrarán en el depósito ensayos finalizados de cada UE. En el caso de que alguna UE precise de liberar espacio, se recurre al depósito subsuelo de la UE1 destinado para tal fin. Para las muestras destinadas a destrucción se mantiene el mismo concepto de la sección 3.6 *etapas, envío o destrucción*: retiradas por la municipalidad o depositado en los puntos de desechos que son tratados en la planta de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en desuso (AEES).

Se debe tener en cuenta que si los trabajos de muestras destinadas exclusivamente para EE aumentan considerablemente o se logran nuevas acreditaciones y reconocimiento en ensayos compartidos (planteándose como ejemplo, lámparas LED), deberán evaluarse las cantidades y una potencial recepción en la UE1 de las mismas.

---

<sup>17</sup> Atendiendo a la confidencialidad se presentan las conclusiones de los resultados de los costos a partir del análisis económico en el presente proyecto y de la información obtenida del área técnica del Laboratorio (cantidad de muestras ensayadas, inversiones de equipamiento amortizado a 5 años, valor hora hombre e ingresos estimados del área de EE).



## CAPÍTULO 7. GPA

---



## 7.1 GPA para la solución de los problemas detectados

A partir del inciso 4.3.5, el 76% de los problemas en el laboratorio se dan debido al método de almacenamiento, la ubicación y la interacción con el cliente, donde a su vez, existen dos cuellos de botella (de aquí en adelante CB) en épocas de alta demanda de trabajo: recepción y expedición (figura 7.1-1). Se propone dar solución a los problemas críticos detectados mediante una GPA eficiente en los siguientes capítulos.



Figura 7.1-1: diagrama para una GPA eficiente en LAMYEN.

Fuente: elaboración propia.

Se puede decir que el diseño de la distribución de un almacén es más arte que ciencia. No existe método alguno que garantice la perfecta distribución del almacenamiento, pero sí conceptos para aumentar su eficiencia:

### ¿Dónde?

- Definir el espacio físico de depósito.
- Medir el espacio físico de depósito.
- Definir obstáculos fijos de encontrarse (columnas, puertas, paredes entre otros).
- Definir instalaciones auxiliares (espacios de carga/descarga, espacio de oficina, inspección en caso de ser necesario, etc.)
- Entender el producto que se almacena y manipula (características, necesidades específicas, tamaño, forma y peso).

### ¿Cómo?

- Generar alternativas.
- Evaluar alternativas.
- Definir la trayectoria del flujo de materiales.

- Recomendar e implementar distribución.

En adición, una buena distribución de almacenamiento contempla que:

- No solo el área a ocupar es importante sino también la altura. Es recomendable dejar un espacio entre el techo y la parte superior de la estantería (40 [cm] min.) para una mejor evacuación del humo en caso de incendio.
- Espacios por encima de las cargas (dentro del mismo rack o estantería): una forma de comprobar rápidamente que el espacio dentro de cada estante sea ocupado con eficiencia es trazándose una línea vertical comparando la altura de la carga y el espacio para la misma donde si el mismo se utiliza menos del 50 por ciento, existe un gran desaprovechamiento, si esta entre 51 y 75 por ciento existe moderadamente y entre un 76 a 85 por ciento se puede decir que la instalación está bien diseñada.

Esto será importante a la hora de evaluar el resultado final logrado en la práctica sobre la implementación del modelo de estantería y carga propuesto en la sección 7.3.3. En caso de existir desaprovechamiento podrá ajustarse.

## 7.2 Ubicación: ¿Dónde?

### 7.2.1 Zona de almacenamiento UE1

Como se había anticipado en el inciso 5.5: análisis crítico, el área de EE propuesta para la UE1 funcionará con depósitos de: *para ensayo*; *ensayo finalizado* y *expedición*. La recepción de las muestras, donde se realiza el ingreso al sistema, será en la UE2 en base a lo expuesto en el capítulo 6 y las muestras que estén en proceso se depositarán en el sector técnico en caso de ser necesario.

Debido a que actualmente el caudal de ensayos es menor en EE, se opta por un espacio con la capacidad de flexibilización y crecimiento hasta que sea necesaria su ampliación o rediseño. Para el almacenamiento se utilizará el espacio al cual denominamos B en el capítulo 5.7.1 (figura 5.7.1-1), debido a que el área de depósito *para ensayos* (figura 4.2.1.3-2 sector 2) cumple con los requerimientos para ensayos de ruido rosa en TV y por su climatización. El área D quedara habilitada para otros ensayos generales (figura 7.2.1-1).

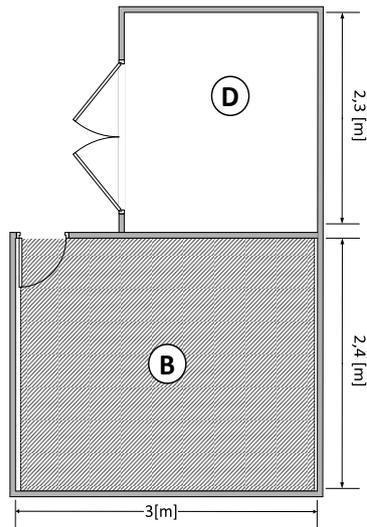


Figura 7.2.1-1: espacio de almacenamiento UE1. Fuente: elaboración propia.

## 7.2.2 Zona de almacenamiento UE2

En la figura 7.2.2-1 se observa la zona de almacenamiento analizada en el inciso 5.7.3, con un área de 58,56 [m<sup>2</sup>] con 3 accesos y donde no hay obstáculos fijos detectables.

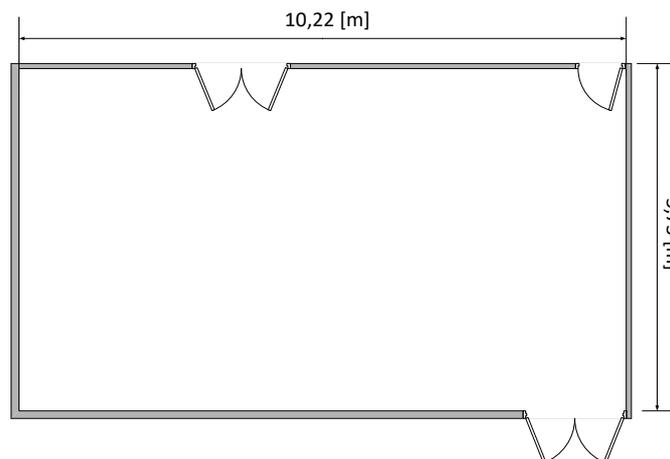


Figura 7.2.2-1: espacio de almacenamiento UE2. Fuente: elaboración propia.

## 7.2.3 Espacios auxiliares

- ✓ **UE1:** contará con un espacio para la preparación de muestras a despacharse.
- ✓ **UE2:** tendrá un espacio de recepción destinado para las muestras a ser ingresadas al sistema, un espacio administrativo del almacenamiento (computadora, impresora, mesa) y un lugar para la preparación de muestras a despacharse.

## 7.2.4 Características y frecuencias de las muestras a almacenar

Para el presente análisis, las frecuencias de almacenamiento en etapas de alta demanda de trabajo se clasifican en bajas, medias o altas manteniéndose la confidencialidad del laboratorio y se exponen en la tabla 7.2.4-1.

Para el volumen ocupado de las principales muestras, se considera la información brindada por la experiencia del personal de almacenamiento.

PRINCIPALES MUESTRAS	PESO	TAMAÑO MEDIO (aprox.)	FRECUENCIA DE ALMACENAMIENTO
A) Motores eléctricos y generadores	<350 [Kg]	<0,512 [m <sup>3</sup> ]	Bajo
B) Equipos electrónicos de audio, video y similares	1~30 [Kg]	<0,648 [m <sup>3</sup> ]	Medio
C) Electrodomésticos	1~120 [Kg]	<2,59 [m <sup>3</sup> ]	Bajo
D) Luminarias	<5 [Kg]	<0,125 [m <sup>3</sup> ]	Alto
E) Máquinas y herramientas manuales	<1,5 [Kg]	<0,064 [m <sup>3</sup> ]	Alto
F) Equipos informáticos y de oficina	2~7 [Kg]	<0,225 [m <sup>3</sup> ]	Medio
G) Máquinas y herramientas semifijas	>2 [Kg]	<0,648 [m <sup>3</sup> ]	Medio

Tabla 7.2.4-1: pesos, volúmenes y frecuencias de almacenamiento. Fuente: LAMYEN.

## 7.3 Método: ¿Cómo?

En el presente inciso se desarrollará las alternativas de almacenamiento y a lo largo del capítulo 8 se expandirá: la metodología de almacenamiento en ingresos, mix de codificación, disposiciones y requerimientos funcionales del GPA.

### 7.3.1 Alternativas de almacenamiento

Existen 5 tipos de almacenamientos principales:

- ✓ **Almacenaje en bloque:** las cargas se depositan directamente sobre el suelo, apiladas y con pasillos para el acceso de estas. Se busca que cada fila o columna contenga productos homólogos para evitar bloqueos y facilitar el control de inventario.
- ✓ **Almacenaje convencional:** es el sistema más común para cargas que estén o no paletizadas donde se establecen los tamaños para las cargas y ofrece acceso a todos los espacios (huecos). El volumen dependerá de la altura del almacén.

✓ **Almacenaje compacto:** las estanterías compactas poseen pasillos dentro de ellas, donde el equipo de manejo de materiales accede para la carga y descarga. En este caso las mismas recaen sobre largueros en vez de estantes para permitir el acceso y la altura de almacenamiento está regida por los medios mecánicos.

✓ **Almacenaje dinámico:** similares al modelo compacto, con la diferencia que trabajan con el sistema FIFO introduciendo las cargas por un extremo y mediante la gravedad desplazándose hacia el extremo opuesto para la descarga.

✓ **Almacenaje móvil:** los módulos son idénticos a las estanterías convencionales con la diferencia de que estos son móviles al estar montadas sobre rieles. Los pasillos se irán generando según la ubicación de las mismas y podrán ser desplazadas manualmente o mecánicamente.

Los conceptos anteriormente nombrados nos orientan entre las alternativas de diseño de almacenamiento que mejor puede adaptarse para cada UE y hacer un buen uso del espacio para las muestras (o también llamadas en este capítulo: cargas).

Para el caso de estudio del LAMYEN se opta y analiza las alternativas de almacenamiento de bloque, convencional con carga no paletizada y móvil.

### **Almacenaje en bloque**

- **Ventaja:** nula inversión de equipamiento de almacén y un gran uso de la superficie.
- **Desventaja:** uso inadecuado del volumen debido a la limitación en altura del método, dificultad de equipos y operadores para el acceso a las cargas, grandes posibilidades de desorganización, etc.

Adecuado para cargas sin demasiadas rotaciones, factibles de ser apiladas, iguales y almacenamientos de baja altura.

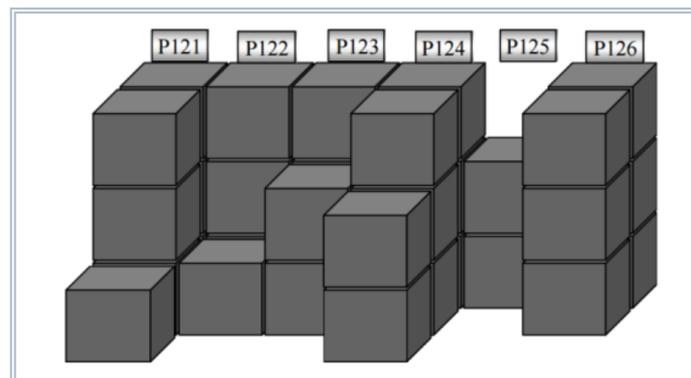


Figura 7.3.1-1: almacenamiento en bloque. Fuente: imagen obtenida de internet.

### **Almacenaje convencional**

- **Ventaja:** permite el acceso directo a diferentes cargas no necesariamente homologas, aunque se recomienda mantener el orden. Brinda adaptación a todo tipo de cargas en cuanto a volumen y peso junto a una mejor utilización del volumen.

- **Desventajas:** menor utilización de la superficie de almacenamiento y posibles aumentos de recorridos.

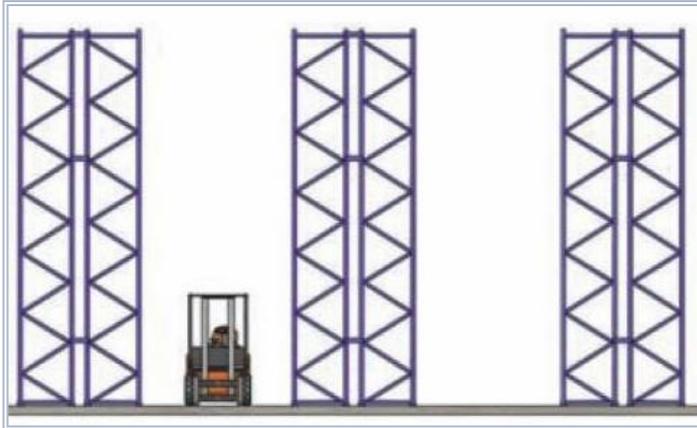


Figura 7.3.1-2: Almacenamiento convencional carga paletizada.

Fuente: imagen obtenida de internet.



Figura 7.3.1-3: almacenamiento convencional carga no paletizada. Fuente: imagen obtenida de internet.

### **Almacenaje móvil**

- **Ventaja:** adiciona la reducción del espacio dedicado a pasillos al mínimo, optimiza entre un 50% y 70% el espacio.
- **Desventaja:** elevado coste, dificultad en la lectura rápida del inventario, acceso a un único pasillo.

Recomendable para productos de baja rotación y relativamente ligeros (cargas no paletizadas).



Figura 7.3.1-4: almacenamiento móvil. Fuente: imagen obtenida de internet.

Se considera para el análisis en posteriores capítulos, los modelos de estanterías convencionales y móviles de SOTIC®. Cada estante de cada módulo de 94 [cm] de ancho resiste 100 [Kg] de carga y las especificaciones estándar no superan los 58 [cm] de profundidad por cada estantería convencional y los 84 [cm] por cada estantería móvil.

Mediante un mix de alternativas de almacenamiento se cuenta con una flexibilidad en la variación de formas, tamaños y pesos de las muestras. Para aquellas de gran porte, zonas en suelo y para muestras que puedan manipularse manualmente, estanterías adaptables.

PRINCIPALES MUESTRAS	FRECUENCIA DE ALMACENAMIENTO	MÉTODO
A) Motores eléctricos y generadores	Bajo	Suelo
B) Equipos electrónicos de audio, video y similares	Medio	Estantería o suelo
C) Electrodomésticos	Bajo	Estantería o suelo
D) Luminarias	Alto	Estantería
E) Máquinas y herramientas manuales	Alto	Estantería
F) Equipos informáticos y de oficina	Medio	Estantería
G) Máquinas y herramientas semifijas	Medio	Estantería o suelo

Tabla 7.3.1-5: frecuencias y propuesta de método de almacenamiento.

Fuente: LAMYEN, elaboración propia.

### 7.3.2 Acomodamiento y "picking" manual

El acomodamiento y "picking" manual tendrá en consideración el peso de la muestra, según indica el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social en el boletín Nº 30.282 con levantamientos próximos menores a 30 [cm] desde el punto medio del tobillo. En los restantes casos la muestra se moverá mediante zorra o zorra hidráulica.

TABLA 1  
Valores límite para el levantamiento anual de cargas para tareas < 2 horas al día con < 60 levantamientos por hora o > 2 horas al día con < 12 levantamientos por hora. Según lo establecido en la Resolución 295/03, Anexo I.

FADE FUNDACIÓN ARGENTINA DE ERGONOMÍA	Situación horizontal del levantamiento →		
	Proximos 30cm	Medio 30cm a 60cm	Alejados 60cm a 80cm
Altura del Levantamiento ↓			
Hasta 30 cm por encima del hombro desde una altura de 8 cm por debajo del mismo	16Kg	7Kg	No se conoce límite seguro
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	32Kg	16Kg	9Kg
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos	18Kg	14Kg	7Kg
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla	14Kg	No se conoce límite seguro	No se conoce límite seguro

Figura 7.3.2: tabla de valores límites para el levantamiento manual de cargas. Fuente: FADE.

### 7.3.3 Alternativa propuesta almacenamiento UE1

#### Estructura de almacenamiento según estados

Se establecen zonas para el almacenamiento en base a los estados, los cuales están descriptos según número de referencia y colores en las figuras 7.3.3-2 y 7.3.3-3<sup>18</sup>.

Se tiene:

- ✓ Espacio muestras *para ensayar* (Nº referencia 1, textura: líneas oblicuas naranja).
- ✓ Espacio muestras *en proceso* (Nº referencia 2, textura: líneas oblicuas gris).
- ✓ Espacio de ensayos *finalizados* (Nº referencia 3, textura: líneas oblicuas marrón).
- ✓ Espacio muestras en *standby* (Nº referencia 4, textura: líneas oblicuas rosa).
- ✓ Espacio muestras *suspendidas* (Nº referencia 5, textura: líneas oblicuas rojo).
- ✓ Zona de preparación de pedidos (Nº referencia 6, textura: líneas oblicuas verde).

Para la UE1 se propone utilizar 2 tipos de almacenajes de manera combinada: en bloque y convencional. Aquellas muestras con un volumen menor a 0,225 [m<sup>3</sup>] (indicadas en tabla 7.2.4-1 y 7.3.1-5 filas D, E y F) se depositarán en estanterías y aquellas que no puedan almacenarse por forma, tamaño o peso (por ejemplo, televisores) contarán con un sector delimitado en el suelo.

- Almacén (figura 7.3.3-3 sector D):
  - Almacén para ensayo y ensayo finalizado: mediante estanterías convencionales dentro de las cuales, aquellas destinadas para *ensayos finalizados*, contendrán las muestras finalizadas y a su vez muestras en *standby* y *suspendidas* producto de los resultados del RI.
  - Espacio para ensayo y ensayo finalizado (sector λ): señalado en el suelo. Se encuentran estados *para ensayar*, *finalizadas*, *standby* o *suspendidas* según corrección RI.
  - Espacio para expedición: señalado en el suelo para la preparación de pedidos. Se recogerán las muestras a despacharse en el momento en una zorra o plataforma móvil según criterio del operador.
- Almacenamiento de ensayos en proceso (figura 7.3.3-3 sector E): para aquellos ensayos en proceso que no finalizaron y deban continuarse en la próxima jornada laboral, se contara en el área técnica con:
  - Sector en el suelo, respectivamente señalado para el almacenamiento de muestras de gran porte y peso.
  - Una estantería.

---

<sup>18</sup> Para mayor detalle ver anexo 2 inciso 2.4 *vista general distribución propuesta UE1*

- CHTAM (figura 7.3.3-2 sector C): para la única área de SE que quedará en la UE1, se dispone de un sector delimitado en el suelo con el objetivo de dar espacio a los equipos de gran porte que se ensayan.

Para los espacios determinados en el suelo, si bien la altura no es un limitante, se establece no superar los 1,5 [m] de altura máxima en apilamiento por motivos de seguridad. En la tabla 7.3.3-1 se observa en detalle lo expuesto:

Sector	Estado de muestras	Tipo	Medidas	Peso máximo de muestras
Almacén (D)	Distribuidas entre <i>para ensayo</i> y <i>ensayo finalizado</i>	Estantería fija	4 módulos de estanterías de 0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 2,4 [m] de alto para cada estado	<32[kg]
		Suelo ( $\Delta$ )	Área de 0,94 [m] x 1,12 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]
	Expedición	Suelo	Área de 0,5 [m] x 1 [m] x 1,5 [m]	-
Técnico (E)	En proceso	Suelo	Área de 1 [m] x 1 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]
		Estantería fija	0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 1,8 [m] de alto	<32[kg]
CHTAM (C)	<i>para ensayo</i> y <i>ensayo finalizado</i>	Suelo	Área de 4 [m] x 1,5 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]

Tabla 7.3.3-1: medidas y pesos establecidos para cada tipo de almacenamiento en la UE1.

Fuente: elaboración propia.

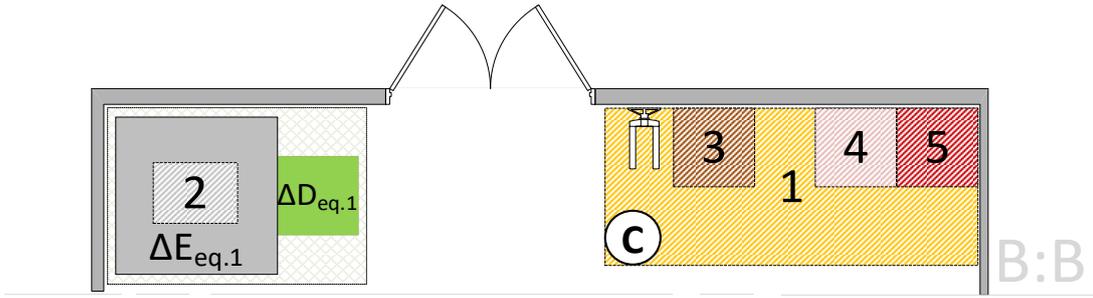


Figura 7.3.3-2: zona de almacenamiento de muestras para la CHTAM de SE en UE1.

Fuente: elaboración propia.

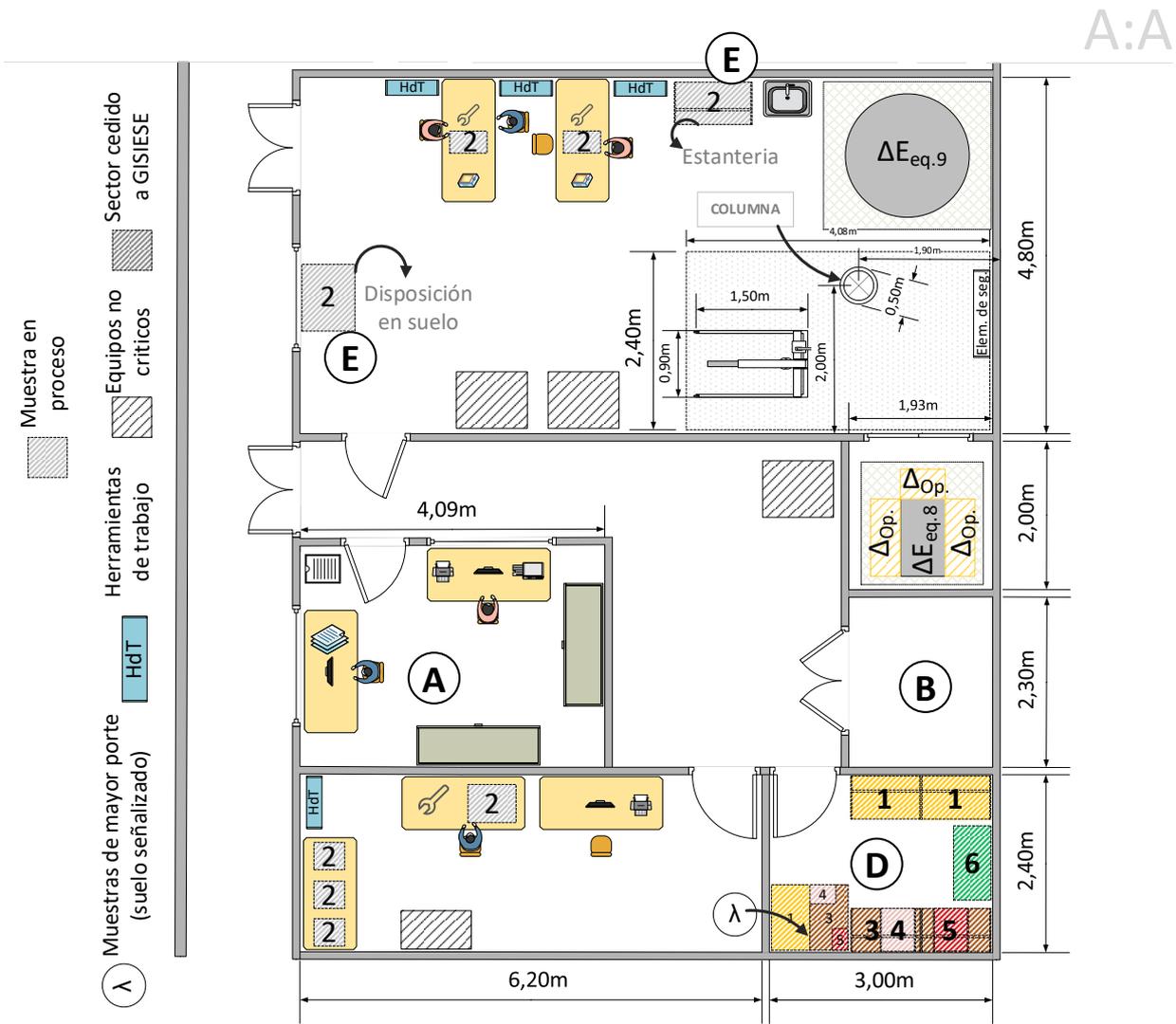


Figura 7.3.3-3: almacenamiento en depósito y área técnica de EE en UE1.

Fuente: elaboración propia.

### Modelo de estantería y carga propuesto

Las estanterías convencionales metálicas de ángulo ranurado (también denominadas: estanterías fijas; figura 7.3.3-4) permiten adaptar cada estante en altura al tamaño de las muestras a almacenar. Si bien estos resisten hasta 100 [Kg], las muestras serán colocadas y retiradas desde las estanterías manualmente respetándose los valores de seguridad y por convenio almacenándose muestras menores a 32 [Kg]. En casos particulares que requieran almacenar pesos mayores dentro del límite, se deberá operar con la ayuda del personal, faja de seguridad correspondiente y a una altura de almacenamiento de  $1 \pm 0.1$  [m] con cargas hasta los 100 Kg.

Las estanterías tendrán una altura máxima de 2,4 [m] dejándose una separación de 70 [cm] respecto del techo.

Aquellas muestras que superen el peso permitido serán colocadas en el suelo movidas con el equipo de manejo de materiales apropiado con los que el laboratorio cuenta (carro zorra o zorra hidráulica).

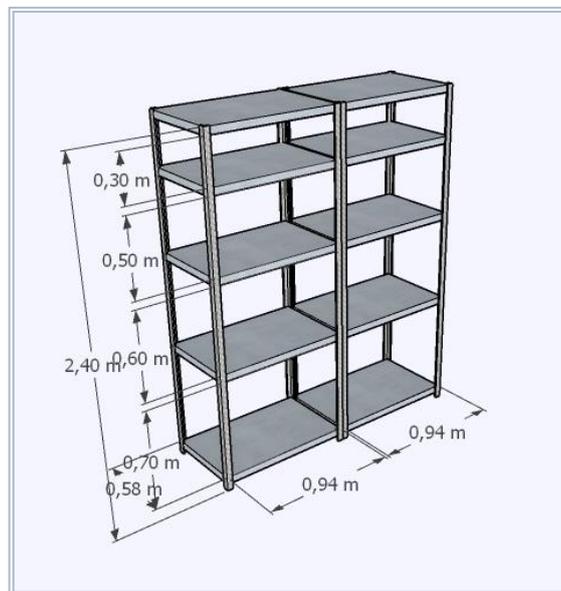


Figura 7.3.3-4: representación estantería fija sector almacén.

Fuente: elaboración propia.

### Ordenamiento de muestras propuesto

Si bien el operador sigue la estructura de almacenamiento establecida en base a los estados, las muestras se acomodarán bajo un orden *semi caótico* en cada estantería (según criterio del operador basado en la necesidad de espacio y forma, pero agrupándose según sus estados). Para las estanterías de *muestras para ensayar* se prioriza el orden por columnas basadas en el tipo de muestra a ensayar (herramienta manual, lámparas, equipos informáticos y de oficina, etc.) con el objetivo de mejorar la búsqueda visual del operador, mientras que para las estanterías o sectores suelo con numero de referencia 3,4 y 5 se agrupan según cliente. Esto último enfocado en disminuir los trabajos de agrupamiento al despacharse un conjunto de muestras.

Para colocar o retirar las muestras en las partes más altas, se considera una escalera articulada de fácil transporte. El método para garantizar su trazabilidad se detalla en el capítulo 8.

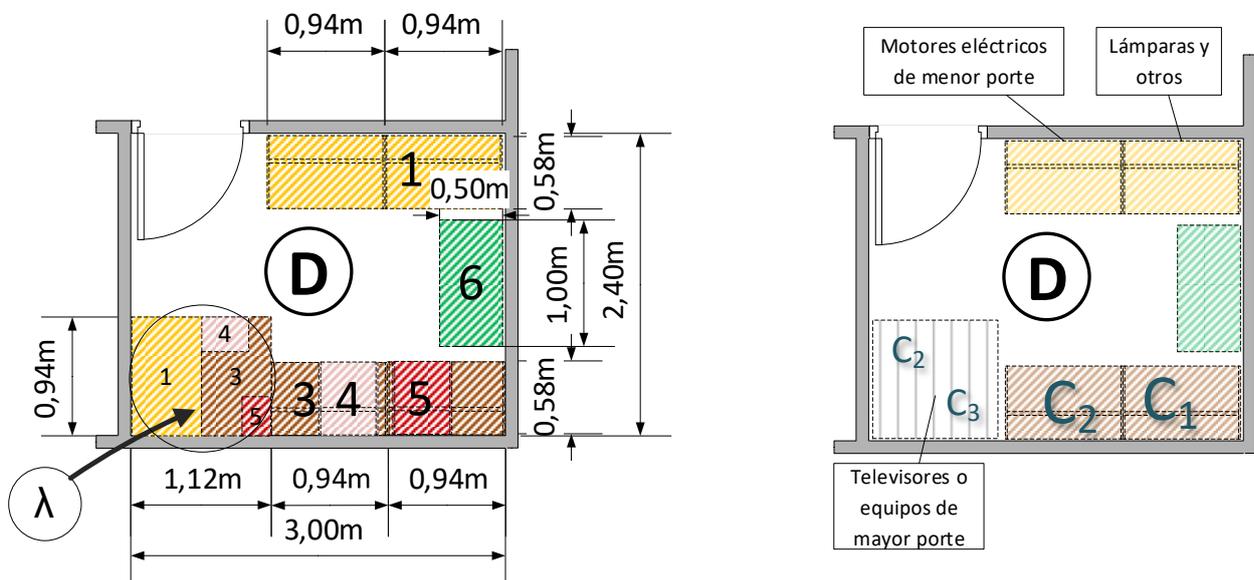


Figura 7.3.3-5: medidas y ordenamiento de muestras UE1. Fuente: elaboración propia.

### 7.3.3.1 Flujo de almacenamiento UE1:

Las muestras, previamente ingresadas al sistema en la UE2, acceden a la UE1 de la misma manera que se trata en el capítulo 4.2.1.4 pero con las respectivas modificaciones en el almacenamiento. El diagrama de procesos en la presente UE, al no contar con un *depósito de recepción*, no considera el ingreso a sistema. Tal lo indica en la tabla 7.3.3.1-1 se tiene los siguientes pasos en el diagrama de proceso del flujo de la muestra:

DIAGRAMA DE PROCESO DEL FLUJO DE LA MUESTRA EN UE1					
Descripción de la actividad	Símbolo				
1. Traslado al sector <i>depósito para ensayos</i>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Almacenamiento	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Muestra retirada por operador del sector <i>depósito para ensayos</i>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Trabajos en el área técnica de EE	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Generación del RI y traslado al sector <i>depósito ensayos finalizados</i>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Revisión del RI	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Almacenamiento sector <i>depósito ensayos finalizados</i>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Si al revisar el RI queda en <i>STANDBY</i>					
8. Espera hasta la recepción de la corrección solicitada	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si al revisar el RI queda en <i>SUSPENDIDA</i>					
8. Espera hasta recibo de contra muestra y/o devolución	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si la muestra cambia al estado <i>PASA</i>					
7. Si cambia al estado <i>PASA</i> se mantiene almacenado en el <i>depósito ensayos finalizados</i>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Búsqueda y traslado de muestras para expedición o destrucción	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Despacho o envío a destrucción	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabla 7.3.3.1-1: diagrama de proceso del flujo de la muestra. Fuente: elaboración propia.

En el inciso 2.4.1 del anexo 2 se encuentran detallados los diagramas de circulación para la UE1.

### 7.3.4 Alternativa propuesta almacenamiento UE2

Para la UE2 se analizan 2 alternativas. La primera contempla el máximo aprovechamiento de almacenamiento, mientras que la segunda se enfoca en una alternativa más simple.

#### 7.3.4.1 Alternativa 1

##### Estructura de almacenamiento según estados

Al igual que la UE1 se posee zonas para el almacenamiento establecidas según sus estados (ver anexo 2.5). Al observarse las figuras anexo 2.5.1.1-1, 2.5.1.1-2, 2.5.1.2-1 y 2.5.1.2-2 y siguiendo los colores de referencia ya adoptados, se tiene:

- ✓ Espacio recepción (Nº referencia 0, textura: líneas oblicuas azul)
- ✓ Espacio para muestras *a ensayar* (Nº referencia 1)
- ✓ Espacio para muestras *en proceso* (figura Nº 7.3.4.1-3  $\alpha$ ).
- ✓ Espacio de ensayos *finalizados* (Nº referencia 3)
  - Espacio para muestras en *standby* (Nº referencia 4)
  - Espacio para muestras *suspendidas* (Nº referencia 5)
- ✓ Zona de preparación de pedidos (Nº referencia 6): se propone recoger y agrupar las muestras a despacharse al momento por carretilla o zorra hasta el espacio señalado en el suelo.
- ✓ Espacio señalado en el suelo del área técnica. Para aquellas muestras ocasionales de gran porte que no pueden ser ingresadas al almacén y son depositadas allí independientemente del estado (figura Nº 7.3.4.1-4  $\beta$ ).

Para la UE2 se propone utilizar 3 tipos de almacenaje: en bloque, convencional y móvil. Aquellas muestras menores a 0,648 [m<sup>3</sup>] (tabla 7.2.4-1 y 7.3.1-5 filas A, B, D, E, F y G) se almacenarán en estanterías móviles y las que no puedan por forma, tamaño o peso contarán con un sector delimitado en el suelo.

Se proponen 10 estanterías móviles destinadas a muestras para ensayar y finalizadas, que serán colocadas en sentido Noroeste de manera perpendicular y próximas a la pared. Se combina con estanterías fijas para cargas de menor volumen y un espacio delineado en el suelo para el acomodamiento de muestras de gran peso o difícil almacenamiento.

De esta manera se tiene:

- En almacén:
  - Espacio recepción: señalado en el suelo para muestras que serán revisadas e ingresadas al sistema.
  - Estanterías para ensayo y ensayo finalizado: al igual que la UE1, dentro de las estanterías para *ensayos finalizados* se encuentran las muestras en *standby* y *suspendidas*.

- Espacio para ensayo y ensayo finalizado: señalado en el suelo, con el fin de depositar muestras de mayor porte que no puedan ser almacenadas en estanterías (contendrán a su vez en *standby* o *suspendidas* según corrección del RI sobre muestras finalizadas).
- Espacio expedición: señalado en el suelo para la preparación del despacho de muestras.
- En área técnica:
  - Ensayos en proceso: para aquellos ensayos en proceso que no finalizaron y deban continuarse en la próxima jornada laboral, se contará en el área técnica con:
    - Un espacio libre en el suelo, respectivamente señalado.
    - Cuatro módulos de estanterías fijas convencionales.
  - Espacio para muestras de gran porte: señalado en el suelo, para aquellas muestras que no puedan ser ingresadas al almacén.
- En área técnica calibración: contará con dos módulos de estanterías *muestras para ensayar* y dos para *muestras finalizadas*.

Adicionalmente, rige el mismo concepto que en la UE1 considerándose una altura de 1,5 [m] para los almacenamientos en bloque en espacios establecidos en suelo.

A continuación, se detalla en la tabla 7.3.4.1-1 la estructura de almacenamiento:

Sector	Estado de muestras	Clase	Medidas	Peso máximo de muestras
Almacén	Recepción	Suelo	Área de 3,18 [m] x 1 [m] x 1,5 [m]	-
	Distribuidas entre <i>para ensayo</i> y <i>ensayo finalizado</i>	Estantería fija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 módulos de estanterías de 0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 2,40 [m] de alto</li> <li>• 1 módulo de estantería de 0,60 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 2,40 [m] de alto</li> </ul>	<32[kg]
		Suelo	2 áreas de 1,32 [m] x 1,65 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]
		Estantería móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 módulos de estanterías de 2,82 [m] ancho total x 0,84 [m] profundidad x 2,40 [m] de alto</li> <li>• 4 módulos de estanterías de 2,82 [m] ancho total x 0,60 [m] profundidad x 2,40 [m] de alto</li> </ul>	<32[kg]
	Expedición	Suelo	Área de 1,22 [m] x 2 [m] x 1,5 [m]	-
Técnico SE y CE	En proceso	Suelo $\alpha$	Área de 1,54 [m] x 1,4 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]
		Suelo $\beta$	Área de 2,8 [m] x 1,5 [m] x 1,5 [m]	>32 [kg]
		Estantería fija $\alpha$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 módulos de estanterías de 0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 1,8 [m] de alto</li> <li>• 2 módulos de estanterías de 0,60 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 1,8 [m] de alto</li> </ul>	<32 [kg]
Técnico Calibración	<i>para ensayo</i> y <i>ensayo finalizado</i>	Estantería fija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 módulos de estanterías de 0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 1,80 [m] de alto</li> </ul>	<32 [kg]

Tabla 7.3.4.1-1: estructura de almacenamiento. Medidas y pesos máximos para cada tipo de almacenamiento en la UE2, alternativa 1. Fuente: elaboración propia.

### Modelo de estantería y carga propuesto

Se aplica para las estanterías móviles (figura 7.3.4.1-2) y fijas de la UE2 el mismo concepto de la UE1, en lo referente a su carga máxima y altura respecto al techo. Aquellas muestras que superan dicho valor serán colocadas en el suelo y se utilizarán equipos de manejo de materiales como la zorra o zorra hidráulica. Se considera que cada estante es adaptable en altura. Para las estanterías convencionales, se mantiene el mismo diseño que en la UE1.

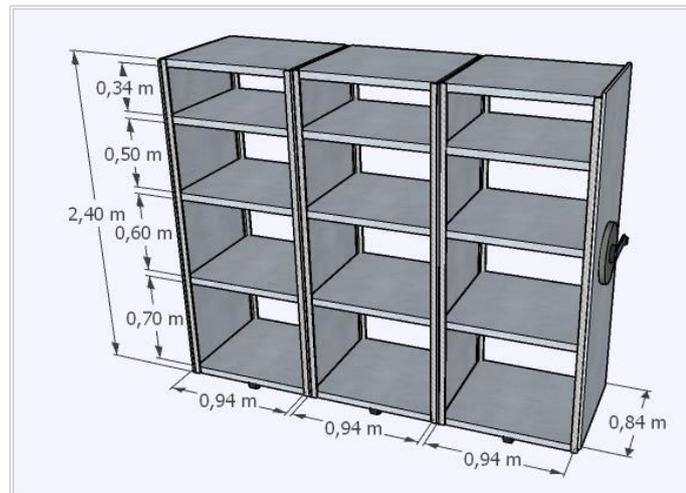


Figura 7.3.4.1-2: representación estantería móvil sector almacén. Fuente: elaboración propia.

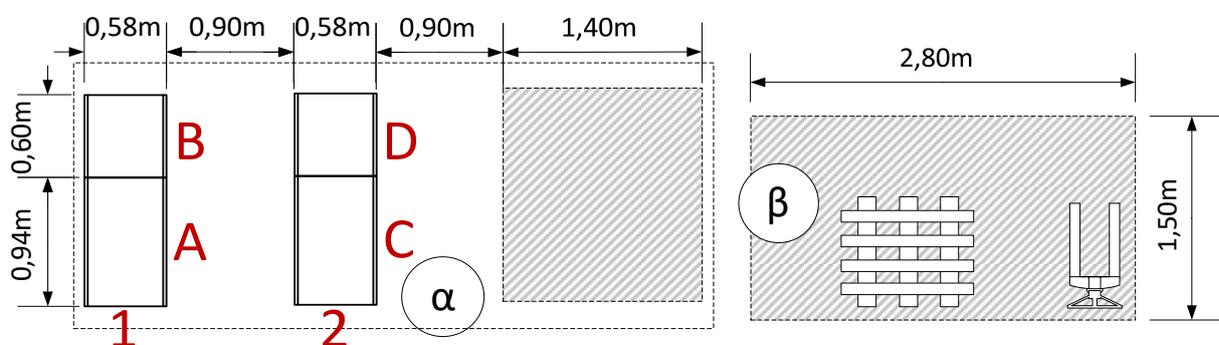


Figura 7.3.4.1-3 α: estanterías y sector delimitado en el suelo para muestras en proceso en la UE2<sup>19</sup>. Fuente: elaboración propia.

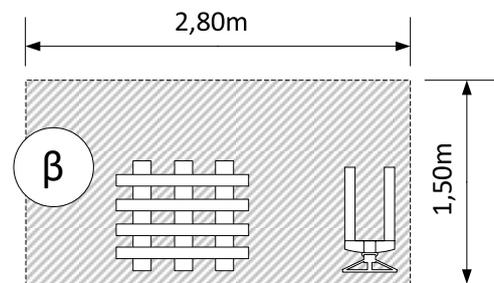


Figura 7.3.4.1-4 β: sector delimitado en el suelo para muestras en proceso en la UE2<sup>20</sup> de mayor porte. Fuente: elaboración propia.

### Ordenamiento de muestras propuesto

Reina el mismo concepto que en la UE1, un almacenamiento *semi caótico* según necesidad de espacio y forma siguiendo los estados. Además, para las estanterías con número de referencia 1 se prioriza el ordenamiento por columnas según tipo de muestra (herramienta manual, lámparas equipos electrónicos, etc.) mientras que para las estanterías o sectores suelo con número de referencia 3,4 y 5 según cliente.

El método para garantizar su trazabilidad se detalla en el capítulo 8.

<sup>19</sup> Ver anexo 2 inciso 2.5: *vista general distribución propuesta*

<sup>20</sup> Ver anexo 2 inciso 2.5: *vista general distribución propuesta*

### 7.3.4.1.1 Flujo de almacenamiento UE2 alternativa 1

Los ingresos de muestras se realizan a través del acceso principal al establecimiento y aguardan en el espacio recepción para ser ingresadas al sistema. Posteriormente se aplica un almacenamiento semi caótico según se presente requerimientos de tamaño y de forma, en suelo o estantería, buscando mantener un orden entre rubro de equipos o clientes.

Con esto, por ejemplo, se agrupan en el almacén *para ensayo* según rubro *herramientas manuales* facilitando ser hallada por el operador y, al finalizar los ensayos, las mismas se unifican por el personal de almacén *según cliente*, facilitando la posterior expedición. Así en la tabla 7.3.4.1-1 se tiene el siguiente diagrama de proceso del flujo de la muestra:

DIAGRAMA DE PROCESO DEL FLUJO DE LA MUESTRA EN UE2					
Descripción de la actividad	Símbolo				
1. Traslado al sector <i>depósito recepción</i>	○	⇒	D	□	▽
2. Almacenamiento breve, inspección de muestras e ingreso al sistema	○	⇒	D	□	▽
3. Traslado al sector <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
4. Almacenamiento sector <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
5. Muestra retirada por operador del <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
6. Trabajos en el área técnica	○	⇒	D	□	▽
7. Generación del RI y traslado al <i>depósito ensayos finalizados</i>	○	⇒	D	□	▽
8. Revisión del RI	○	⇒	D	□	▽
9. Almacenamiento sector <i>depósito ensayos finalizados</i>	○	⇒	D	□	▽
Si al revisar el RI queda en <i>STANDBY</i>					
10. Espera hasta la recepción de la corrección solicitada	○	⇒	D	□	▽
Si al revisar el RI queda en <i>SUSPENDIDA</i>					
10. Espera hasta recibo de contra muestra y/o devolución	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra cambia al estado <i>PASA</i>					
9. Si cambia al estado <i>PASA</i> se mantiene almacenado en el <i>depósito ensayos finalizados</i>	○	⇒	D	□	▽
11. Selección y preparación para expedición o destrucción	○	⇒	D	□	▽
12. Despacho o envío a destrucción	○	⇒	D	□	▽

Tabla 7.3.4.1.1-1: diagrama de proceso del flujo de la muestra. Alternativa 1 para el área de SE, CE y CA en la UE2.

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del área de calibración se cumplen los mismos procesos del flujo con la diferencia que luego de ser ingresadas al sistema, los depósitos *para ensayar*, *ensayos finalizados*, *muestras suspendidas* y *muestras en standby* se encontrarán en el mismo sector técnico para luego ser despachadas directamente.

En el anexo 2, inciso 2.5.1.1 y 2.5.1.2 se encuentran detallados los diagramas de circulación para la UE2 alternativa 1.

### 7.3.4.2 Alternativa 2

Para esta alternativa se propone modificar únicamente la estructura de almacenamiento en el sector de almacén, donde la misma no verá cambios en el diagrama de flujo y circulación.

#### **Estructura de almacenamiento según estados**

Se propone 2 tipos de alternativas de almacenamiento: convencional y en bloque. Se reemplazan las estanterías móviles por estanterías fijas teniendo un total de 19 módulos donde 12 se destinan a depósito de *muestras para ensayar* y las restantes a depósito *muestras finalizadas*. Serán colocadas en sentido Noroeste de manera perpendicular y próximas a la pared, debido a que el largo de estas no crea pasillos extensos; con 90 cm de separación entre ellas para la circulación.

Se mantienen los espacios delineados en el suelo, para el acomodamiento de muestras de gran peso o difícil almacenamiento según su forma.

Luego:

- En almacén:
  - Espacio recepción: señalado en el suelo para muestras que serán revisadas e ingresadas al sistema.
  - Estanterías para ensayo y ensayo finalizado: 19 módulos de estanterías fijas, donde dentro de las estanterías para *ensayos finalizados* se encuentra el espacio para muestras en *standby* y *suspendidas*.
  - Espacio para ensayo y ensayo finalizado: señalado en el suelo, con el fin de depositar muestras de mayor porte que no puedan ser almacenadas en módulos de estanterías (contendrán a su vez en *standby* o *suspendidas* según corrección RI).
  - Espacio expedición: señalado en el suelo para la preparación del despacho de muestras.

A continuación, se detalla en la tabla 7.3.4.2-1 la estructura de almacenamiento:

Sector	Estado de muestras	Clase	Medidas	Peso máximo de muestras
Almacén	Recepción	Suelo	Área de 3,18 [m] x 1 [m] x 1,5 [m]	-
	<i>para ensayo y ensayo finalizado</i>	Estantería fija	• 19 módulos de estanterías de 0,94 [m] ancho x 0,58 [m] profundidad x 2,4 [m] de alto.	< 32[kg]
		Suelo	2 áreas de 1,85 [m] x 1,65 [m] x 1,5 [m]	> 32 [kg]
	Expedición	Suelo	Área de 1,22 [m] x 2 [m] x 1,5 [m]	-

Tabla 7.3.4.2-1: estructura de almacenamiento. Medidas y pesos máximos para cada tipo de almacenamiento en la UE2. Fuente: elaboración propia.

### Modelo de estantería y carga propuesto

Se aplica para las estanterías fijas el mismo concepto de la UE2 alternativa 1, en cuanto su carga máxima, altura respecto al techo y diseño. Aquellas muestras que superan dicho valor serán colocadas en el suelo y se utilizarán equipos de manejo de materiales como la zorra o zorra hidráulica. Se considera que cada estante es adaptable en altura.

Se debe aclarar que las estanterías fijas tienen una menor profundidad de almacenamiento (58 [cm]) pero no son un inconveniente para el depósito de muestras con alta y mediana frecuencia. Por ello se aumenta el espacio destinado en el suelo para flexibilizar posibles situaciones particulares.

### Ordenamiento de muestras propuesto

Se observa la figura 7.3.4.2-2 donde el operador sigue la estructura de almacenamiento establecida con anterioridad en base a los estados, acomodando las muestras bajo un orden semi caótico (según necesidad de espacio y forma) en cada estantería. Aquí también para las estanterías con número de referencia 1 se prioriza el orden por columnas basadas en el tipo de muestra a ensayar (herramienta manual, lámparas, equipos electrónicos, etc.), mientras que para las estanterías o sectores suelo con número de referencia 3,4 y 5 según cliente.

Para colocar o retirar las muestras en las partes más altas, se utiliza una escalera articulada de fácil transporte.

El método para garantizar su trazabilidad se detalla en el capítulo 8.

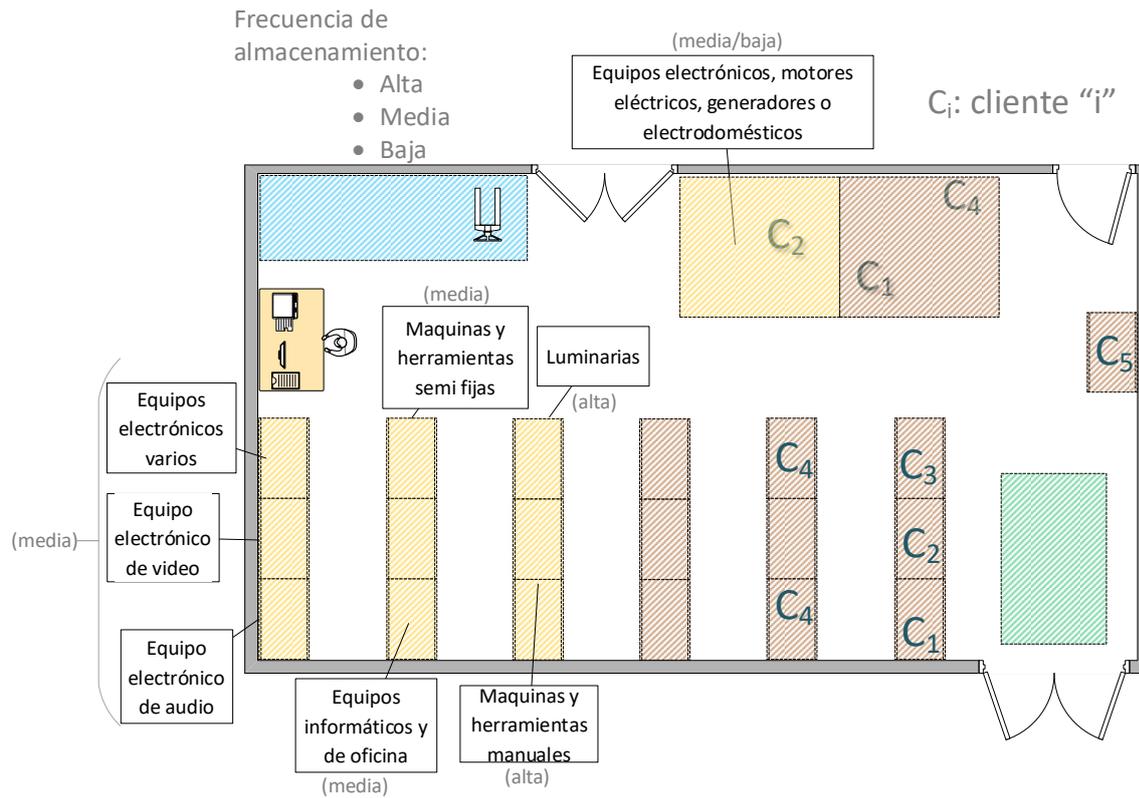


Figura 7.3.4.2-2: ordenamiento de muestras UE2, alternativa 2. Fuente: elaboración propia.

### 7.3.4.2.1 Flujo de almacenamiento y medidas UE2 alternativa 2

En el anexo 2, inciso 2.5.1.3 se encuentran detallados los diagramas de circulación y medidas para la UE2 alternativa 2.

## 7.3.5 Decisión de alternativas

Se analiza, manteniéndose la confidencialidad en base a las cantidades de muestras trabajadas en el laboratorio, la ocupación del almacenamiento actual con respecto a las alternativas propuestas en la UE2.

Sector	Método de almacenamiento	Volumen actual de ocupación en temporada alta	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
			Volumen máximo disponible UE2	Volumen máximo disponible UE2
Referente al sector SE; EE; CE				
Depósito de recepción	Suelo	<u>Dentro del depósito:</u> 0,9 x 1,93 x 1,5 <u>Fuera del depósito:</u> 1,2 x 1 x 1,7	3,18 x 1 x 1,5	Ídem Alternativa 1
<b>Subtotal</b>		<b>4,64 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>4,77 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>4,77 [m<sup>3</sup>]</b>
Depósito para ensayos	Suelo	2,4 x 2,6 x 1,4	1,32 x 1,65 x 1,5	1,85 x 1,65 x 1,5
	Estanterías	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 x (0,94 x 0,4 x 2,4)</li> </ul>	<u>UE1, Fijas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 x (0,94 x 0,58 x 2,4)</li> </ul> <u>UE2, Móviles:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 x (2,82 x 0,84 x 2,4)</li> <li>2 x (2,82 x 0,6 x 2,4)</li> </ul>	<u>UE1:</u> Ídem Alternativa 1  <u>UE2, Fijas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>9 x (0,94 x 0,58 x 2,4)</li> </ul>
<b>Subtotal</b>		<b>11,44 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>31,04 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>18,95 [m<sup>3</sup>]</b>
Depósito ensayos finalizados	Suelo	0,9 x 1,93 x 1,5	1,32 x 1,65 x 1,5	1,85 x 1,65 x 1,5
	Estanterías	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 x (0,94 x 0,4 x 2)</li> </ul>	<u>UE1, Fijas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 x (0,94 x 0,58 x 2,4)</li> </ul> <u>UE2, Móviles:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 x (2,82 x 0,84 x 2,4)</li> <li>2 x (2,82 x 0,6 x 2,4)</li> </ul> <u>UE2, Fijas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 x (0,94 x 0,58 x 2,4)</li> <li>1 x (0,60 x 0,58 x 2,4)</li> </ul>	<u>UE1:</u> Ídem Alternativa 1  <u>UE2, Fijas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 x (0,94 x 0,58 x 2,4)</li> </ul>
<b>Subtotal</b>		<b>4,11 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>34,48 [m<sup>3</sup>]</b>	<b>15,69 [m<sup>3</sup>]</b>

Referente al depósito ensayos en proceso				
Depósito ensayos en proceso	Suelo	-	<u>UE2:</u> • $\alpha$ : 1,54 x 1,4 x 1,5 • $\beta$ : 2,8 x 1,5 x 1,5	Ídem Alternativa 1
	Estanterías	-	<u>UE2, Fijas:</u> • 2 x (0,94 x 0,58 x 1,8) • 2 x (0,6 x 0,58 x 1,8)	Ídem Alternativa 1
<b>Subtotal</b>		<b>0 [m³]</b>	<b>12,74 [m³]</b>	<b>12,74 [m³]</b>
Referente al depósito intermedio				
DI: depósito Intermedio	Suelo	1,24 x 1,2 x 1,5	(no existe DI)	(no existe DI)
	Estanterías	• 5 x (0,94 x 0,58 x 2,4)		
<b>Subtotal</b>		<b>8,77 [m³]</b>	-	-
Referente al sector CA				
DR: depósito recepción	Estanterías	• 1 x 0,94 x 0,4 x 2	Hace uso del DR de SE, CE y CE	Ídem Alternativa 1
Sector técnico	Estanterías	• 2 x (1,88 x 0,4 x 2)	<u>UE2, Fijas:</u> • 4 x (0,94 x 0,58 x 1,8)	Ídem Alternativa 1
<b>Subtotal</b>		<b>3,76 [m³]</b>	<b>3,92 [m³]</b>	<b>3,92 [m³]</b>
<b>TOTAL</b>		<b>32,72 [m³]</b>	<b>86,95 [m³]</b>	<b>56,07 [m³]</b>

Tabla 7.3.5-1: comparación de alternativas de almacenamiento UE2. Fuente: elaboración propia.

Al compararse las alternativas de almacenamiento de la UE2, se puede observar una eficiencia del 55% de la alternativa 1 respecto de la alternativa 2. Si bien es un gran indicio los costos de aplicación de la alternativa 2 representan aproximadamente un 12%<sup>21</sup> del costo total de la alternativa 1:

$$\frac{\text{Costo UE2}_{alt2}}{\text{Costo UE2}_{alt1}} \times 100 = \frac{3.458 \text{ [USD]}}{28.836,6 \text{ [USD]}} \times 100 = 11,9\%$$

<sup>21</sup> Para el cálculo de costo comparativo solo se tiene en cuenta el equipamiento del sector del almacén de la UE2. Los restantes almacenamientos, en procesos o de área técnica, no tienen variación para la UE2 y la UE1 por lo que no incidirán en la elección. Fuente de costos para la inversión: SOTIC®

Es por ello que se opta por un almacenamiento convencional y no móvil, el cual frente a un pico de demanda máximo ofrece un rendimiento del 71% mayor respecto al actual.

$$\frac{Capacidad_{UE2_{alt2}}}{Capacidad_{actual}} = \frac{56,07 [m^3]}{32,72 [m^3]} = 1,71$$

En casos en que la normativa, el volumen de trabajo o nuevos ensayos sean acreditados y reconocidos en el laboratorio para su trabajo y generen una necesidad de mayor espacio, deberá evaluarse el costo beneficio de la ampliación de la infraestructura de almacenamiento o la aplicación de la alternativa 1.



CAPÍTULO 8. METODOLOGÍA EN EL INGRESO DE  
MUESTRAS Y TRAZABILIDAD DENTRO DEL  
LABORATORIO

---



Como se analizó en el inciso 5.2.2 los intercambios entre SE y EE actualmente son bajos, pero es necesario contar con una proyección a futuro. Para el análisis, el enfoque parte de aquella muestra con alta frecuencia de almacenamiento y mayor relevancia a futuro: lámparas LED. Estas contemplan ensayos en SE y serán homologadas en EE que, como ya se ha planteado, son áreas que estarán en diferente sitio.

Se deja en claro que cuando se realiza un ensayo de seguridad en lámparas, dicha lámpara no sirve para ensayos de eficiencia. Es decir, no habrá intercambios durante la realización de ensayos. Un ejemplo que suele suceder es cuando el cliente envía 22 lámparas: 20 se ensayan en SE y 2 son enviadas a EE.

## 8.1 Método y diagrama de ingreso actual de las muestras

La muestra es ingresada en el sistema del laboratorio (GESCAL) por el departamento comercial. La misma recibe un número de identificación por el área técnica y al arribar a depósito se procede a la etiquetación física utilizándose una cinta de papel y un marcador según el siguiente diagrama de procesos:

DIAGRAMA DE PROCESO DEL INGRESO DE LA MUESTRA AL SISTEMA Y ALMACENAMIENTO					
Descripción de la actividad	Símbolo				
1. Ir al <i>depósito recepción</i> o pasillo	○	⇒	D	□	▽
2. Buscar muestra en <i>depósito recepción</i> o en pasillo	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra es de tamaño pequeño					
3. Tomar muestra con la mano	○	⇒	D	□	▽
3.1. Mover muestra <i>al depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
3.2. Buscar espacio, sentarse y colocar muestra sobre el regazo	○	⇒	D	□	▽
3.3. Abrir el embalaje	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra es de tamaño medio					
3. Tomar muestra con la mano	○	⇒	D	□	▽
3.1. Llevar muestra al <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
3.2. Buscar mesa y apoyar la muestra sobre la misma	○	⇒	D	□	▽
3.3. Abrir el embalaje	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra es de gran tamaño o pesada					
3. Tomar muestra con la zorra	○	⇒	D	□	▽
3.1. Llevar al <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
3.2. Buscar espacio disponible y colocar muestra	○	⇒	D	□	▽

3.3. Abrir el embalaje	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
4. Inspeccionar los elementos que trae	<input type="radio"/>	⇒	D	<input checked="" type="checkbox"/>	▽
5. Tomar la cinta de papel	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
6. Cortar un pedazo de cinta	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
7. Pegar la cinta en la muestra	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
8. Tomar un marcador	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
9. Escribir el número de la muestra	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
Si el numero está mal escrito o si la operación manual está mal hecha					
10. Desechar la cinta y repetir desde la operación 4.	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
Si el numero está bien escrito					
11. Dejar marcador	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
12. Repetir operación 5. a 11. hasta etiquetar dos veces la muestra y dos veces el embalaje	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	▽
13. Colocar la muestra en un espacio dentro del <i>depósito para ensayos</i>	<input type="radio"/>	⇒	D	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 8.1: diagrama actual del proceso de ingreso de la muestra al depósito para ensayos.

Fuente: elaboración propia.

Debido a que las etiquetas hechas con cinta de papel se salen o no se leen con facilidad en la búsqueda dentro del almacén, la muestra puede ser etiquetada hasta 2 o 3 veces como mínimo, así como también su embalaje. Se propone eliminar las operaciones manuales que insumen tiempo y potenciales errores mediante la impresión y lectura de códigos.

## 8.2 Método de ingreso y ordenamiento propuesto.

Así como se establecieron estanterías modulares que se adaptan al tipo de muestra, se opta por un *almacenamiento caótico trazable*. Esto a raíz de que las muestras no pueden ordenarse por:

- ABC: no existen muestras que se retiren con más frecuencia que otras
- FIFO/LIFO: los trabajos realizados no siguen este lineamiento

Tal se trató en capítulos anteriores, se da lugar a las siguientes consideraciones para el almacenamiento caótico propuesto:

- Muestras organizadas en estanterías según forma y tamaño requerido.
- Se organiza el *depósito para ensayar* según rubro (ejemplo: luces LED dentro del segmento luminarias), facilitando la búsqueda visual rápida por parte del operador técnico.

- Se organiza el *depósito ensayos finalizados* según cliente, facilitando la preparación para la expedición.
- Muestras de mayor porte y peso próximas a las entradas/salidas del almacén.

*Teniéndose en cuenta hasta aquí todo lo desarrollado, se propone un sistema de codificación combinada para facilitar el etiquetado: el ingreso de datos al sistema (mediante código de barras; de aquí en adelante CBr) y la trazabilidad (mediante código QR).*

El código QR permite el acceso a la información de la muestra, mientras que el CBr completa la información de ubicación sin errores de escritura y de manera rápida. Para cada CBr existe un único sitio de almacenamiento establecido dentro del laboratorio.

Cada vez que un operador quiere almacenar o cambiar de lugar la muestra procede acomodando la misma en un lugar físico, donde primero lee el código QR de la misma, accede con sus credenciales de usuario al sistema y procede a escanear el CBr para completar automáticamente los datos de ubicación.

Para el orden y trazabilidad se tiene que:

- Para cada muestra o contra muestra se genera un código QR que es impreso y adherido a la misma. Ver tabla 8.2.1-1
- Cada fila y columna de las estanterías están respectivamente señalizadas donde, mediante escaneo de CBr, se podrán cargar los datos de la ubicación de la muestra sin errores de tipeo. Las mesas de trabajo y depósito de muestras en proceso también cuentan con un CBr identificativo del sector. Mas detalle se observa en figuras 8.2.3-1 y 8.2.3-2.
- Al ingresar la muestra y consultar el sistema, se revisa la información precargada por el sector comercial (cliente, cantidad de bultos, tipo de equipo, etc.) y una vez se coteja con lo recibido, se imprime y se asigna un código QR que contiene el número de muestra o contramuestra (dado por el sector de jefatura técnica). El código QR es único por cada una, leído mediante Smartphone lo que permite el acceso a la base de datos del GPA indicando donde está ubicada. El acceso a dicha base de datos se encuentra bajo clave. Mas detalles se trata en inciso 8.4.1.
- El acta original es acompañada con el mismo código QR impreso en la muestra.
- El acta de trabajo (basada en el acta original enviada por la certificadora) es acompañada con el mismo QR que el acta.

### 8.2.1 Diagrama de proceso de la muestra propuesto para el ingreso al depósito para ensayos. CB recepción.

DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO PARA EL INGRESO DE LA MUESTRA AL SISTEMA Y ALMACENAMIENTO					
Descripción de la actividad	Símbolo				
1. Buscar muestra <i>sector recepción</i>	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra entra en estantería y es menor a 32 [Kg]					
2. Tomar muestra con la mano	○	⇒	D	□	▽
2.1 Mover y dejar muestra en la mesa	○	⇒	D	□	▽
2.2 Abrir el embalaje	○	⇒	D	□	▽
Si la muestra no entra en estanterías o es mayor a 32 [Kg]					
2. Tomar muestra con la zorra	○	⇒	D	□	▽
2.1 Mover la muestra hacia el sector delimitado en el suelo del <i>depósito para ensayos</i>	○	⇒	D	□	▽
2.2 Almacenar en suelo o apilar según corresponda	○	⇒	D	□	▽
2.3 Abrir el embalaje	○	⇒	D	□	▽
3. Inspeccionar los elementos que trae	○	⇒	D	□	▽
4. Cotejar información cargada en el sistema con la muestra	○	⇒	D	□	▽
5. Imprimir 3 códigos QR	○	⇒	D	□	▽
6. Pegar 1 QR muestra, 1 en embalaje y 1 en acta de trabajo	○	⇒	D	□	▽
7. Archivar acta de trabajo	○	⇒	D	□	▽
8. Acomodar muestra en estantería	○	⇒	D	□	▽

Tabla 8.2.1-1: diagrama propuesto para el ingreso de la muestra al depósito para ensayos UE2.

Fuente: elaboración propia.

A partir de la propuesta de ingreso y de la relocalización del depósito, se observa en la tabla 8.2.1-1 y figura 8.2.1-2 que se logra:

- ✓ Rápida advertencia de muestras que deben ser ingresadas al sistema por la observación en el sector recepción propuesto.
- ✓ Reducción en la pérdida de tiempo en traslado y búsqueda de muestras en los diferentes sectores de recepción actuales.
- ✓ Se disminuyen las operaciones manuales de etiquetación con potenciales errores y retrabajos.

- ✓ Se posibilita la trazabilidad.
- ✓ Se mejora la seguridad en la manipulación de elementos pesados mediante una estandarización.
- ✓ Para una muestra o acta que llega a destiempo, puede ser acomodada en estantería u oficina técnica respectivamente, con su identificación para posteriormente unirse.

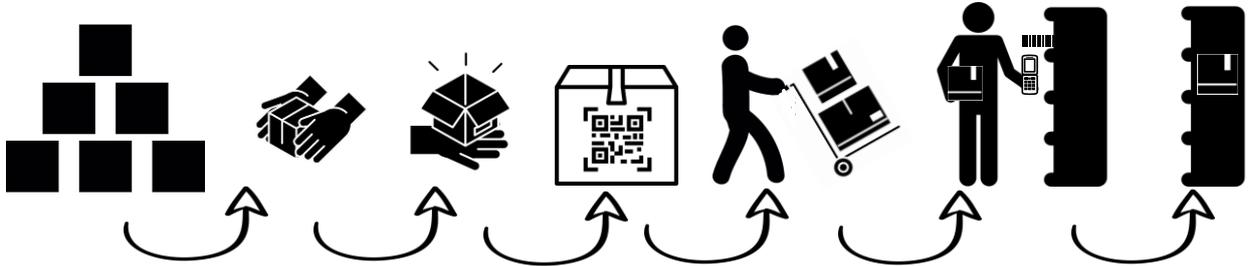


Figura 8.2.1-2: propuesta para el ingreso de las muestras al almacén.

Fuente: elaboración propia.

### Reducción de tiempos en los ingresos (CB en depósito recepción)

Siguiéndose los beneficios anteriormente nombrados y la reducción de los tiempos de etiquetación, se estima para un caso pesimista de gran volumen de muestras una reducción del 42,8% del tiempo actual. Observándose la tabla 8.2.1-3 el tiempo de CB se reduce:

DEPÓSITO RECEPCIÓN	TIEMPO HASTA EL INGRESO
Sistema de ingreso de muestras actual	7 [días]
Escenario pesimista con sistema de ingreso de muestras propuesto	<b>4 [días]</b>

Tabla 8.2.1-3: días para el ingreso de la muestra al sistema con un escenario pesimista.

Fuente: elaboración propia.

### 8.2.2 Ordenamiento según tipo de muestra y clientes

El mismo fue expuesto en el inciso 7.3.4.2: ordenamiento de muestras propuesto.

### 8.2.3 Disposición propuesta de CBr en estanterías y puestos de trabajo. Diseño de código QR

Se propone para cada estantería una identificación visual siendo sus filas enumeradas y sus módulos alfabetizados. Cada intersección entre las mismas le corresponderá un CBr que identifica la ubicación. El mismo al ser escaneado por el operador, permite cargar al sistema de manera rápida y sin errores los datos del lugar en donde se encuentra la muestra.

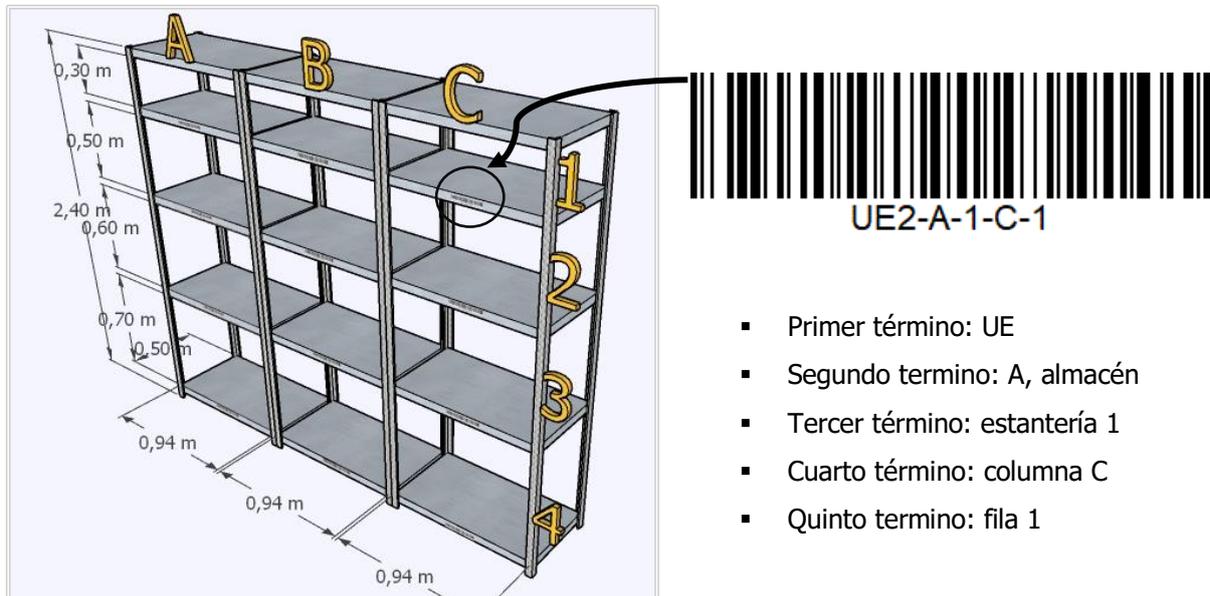


Figura 8.2.3-1: disposición y diseño del CBr en estanterías del sector almacén UE1 y UE2.

Fuente: elaboración propia.

Para el sector técnico se propone un CBr en cada mesa identificando su puesto. Las estanterías que guardan las muestras en proceso seguirán el mismo concepto que el almacén con una leve diferencia. A su vez, aquellos sectores de almacenamiento en el suelo tendrán su propia codificación (ver figura 8.2.3-2).



Figura 8.2.3-2: diseño del CBr en puestos de trabajo, en estanterías de área técnica y sector suelo almacén.

Fuente: elaboración propia.

La disposición alfanumérica de cada estantería para los CBr según zona puede consultarse en el anexo 2: figuras: 2.4.1-1, 2.5.1.2-1, 2.5.1.3-1 y 2.5; capítulo 7 figura: 7.3.4.1-3 α.

En lo referente a los códigos QR, las etiquetas de codificación en las muestras permitirán una rápida inspección visual y acceso a la información. Observándose las figuras 8.2.3-3 y 8.2.3-4 se tiene:

- Número de la muestra o contra muestra.
- Casillas de verificación que se marcan al asumir el estado:
  - "P/Ensy.": muestras *para ensayo*.
  - "Finali.": muestras con ensayos *finalizados*.
  - "Destrucc.": muestra destinada a *destrucción*.
  - "Expedir": muestra lista para retirarse.
- Logo del laboratorio.
- Fecha ingreso al laboratorio.
- Código QR para el ingreso al sistema y lectura de información.



Figura 8.2.3-3: etiqueta para muestras. Fuente: elaboración propia.



Figura 8.2.3-4: etiqueta para contra muestras. Fuente: elaboración propia.

Se plantea la impresión mediante el equipo Nexuspos NX 424U, que permite mediante el Software propio BarTender™ editar las etiquetas a necesidad del usuario según se requiera.

El código QR contendrá una extensión del tipo: <https://informes-lamyen.frfsf.utn.edu.ar/login>, que garantizará el ingreso a la información de la base de datos según credenciales de acceso de usuario.

## 8.3 Reducción de tiempos de búsquedas

En los problemas [A], [E], [Y] del capítulo 4.2 e inciso *b* del apartado 4.3.2, se detallan los inconvenientes de los operadores técnicos o jefes de Laboratorio a la hora de localizar las muestras con precisión y rapidez. Una tarea de búsqueda insume entre 1 a 20 minutos si la misma no es hallada con facilidad y en casos más complejos se debe consultar al operador técnico que no se encuentra en el laboratorio hasta ser hallada el día siguiente.

Con la propuesta de un GPA eficiente y la metodología de almacenamiento se alcanzaría una mejora sustancial en la trazabilidad. Para simplificar el análisis, se toma como valor de referencia una ocurrencia mínima de 10 minutos de búsqueda con frecuencia de 4 veces al día entre diferentes operadores y depósitos para ensayo, ensayos finalizados, depósito intermedio y área técnica. Esto se traduce en un mínimo de tiempo laboral perdido de 800 [min/mes] o su equivalente de 13,3 [hs/mes].

El sistema de trazabilidad propuesto reducirá las búsquedas y permitirá la localización instantánea de las muestras, por lo que el ahorro de este tiempo de búsqueda es total. Esto se expone en la unidad económica, sección 10.3.1 *reducción de tiempos en CB*.

## 8.4 Requerimientos funcionales en el GPA

En los siguientes incisos se procede a resolver la trazabilidad de las muestras dentro del laboratorio donde, contemplando el alcance del proyecto, se enfoca en los *requerimientos funcionales* del sistema de GPA (lo *que* debe poder hacer el sistema expresando las interacciones entre el mismo y el entorno; usuarios, junto a las devoluciones que genera).

### 8.4.1 Accesos de información dentro del sistema GPA y usuarios:

La base de datos, a la que se podrá acceder mediante lectura de código QR, deberá contar con restricciones de acceso a la información y a las acciones que podrá ejecutar cada persona. Para ello se establece 3 tipos de usuarios:

- ✓ Jefe Técnico: ***jefe de laboratorio y responsables técnicos según corresponda.***
- ✓ Operador: ***operadores de ensayos.***
- ✓ Almacén: ***operadores de almacenamiento.***
- ✓ Visitante (posee acceso solo para lectura de resultados TR): ***cliente.***
- ✓ Comercial: ***encargados del área comercial.***
- ✓ Administrador (admin): quien tiene acceso y permisos de modificación de toda la información, ***director y responsables.***

	1. UBICACIÓN	2. TIPO DE MUESTRA	3. ESTADO	4. CLIENTE	5. ENSAYOS A REALIZAR	6. FECHA INGRESO	7. FECHA FINALIZACION TENTATIVA	8. URGENTE	9. OPERADOR ASIGNADO
JEFE TÉCNICO	● ▼	●	● ▼	●	● ▼	●	● ▼	● ▼	● ▼
OPERADOR	● ▼	●	● ▼	-	●	●	●	●	●
ALMACÉN	● ▼	●	● ▼	●	-	● ▼	●	-	-
ADMIN	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼	● ▼
COMERCIAL	●	● ▼	●	● ▼	●	● ▼	●	● ▼	-
VISITANTE	-	-	●	-	-	-	-	-	-

Tabla 8.4.1-1: referencias: ● : puede leer información, ▼ : puede modificar la información.

Fuente: elaboración propia.

- ✓ Ensayos a realizar: son establecidos por la certificadora y se usa como referencia para el acta de trabajo.
- ✓ Tipo de muestra: incluye una breve descripción de esta.
- ✓ Estado: como se observa en la tabla 8.4.1-2, según el tipo de usuario podrá modificar los *estados* de la muestra que competen a su sector de operaciones.
- ✓ La carga y modificación de datos:
  - Datos sobre la muestra que no tienen grandes modificaciones a lo largo de la estadía en el laboratorio: tabla 8.4.1-1; columnas 2, 4, 5, 6, 8 y 9.
  - Datos que se modifican con la lectura del código QR y CBr al avanzar la muestra dentro del laboratorio: columnas 1, 3 y 7.

USUARIO: PUEDE MODIFICAR O DEFINIR	ATRIBUTOS DE LA MUESTRA: ESTADOS
ALMACÉN	Sin ingresar al sistema
	Muestra para ensayo
	Muestra para despachar
JEFE TÉCNICO	Muestra a trasladar
	Muestra en proceso
	Muestra finalizada
	Muestra standby
	Muestra suspendida
	Muestra a destrucción
OPERADOR	Muestra en proceso
	Muestra finalizada
ADMINISTRADOR (ADMIN)	Todos los anteriores

Tabla 8.4.1-2: estados que pueden modificarse según usuarios. Fuente: elaboración propia.

### 8.4.2 Base de datos GPA actual vs propuesto

Se realiza un análisis de las últimas 30 muestras tratadas en el laboratorio, manteniéndose la confidencialidad en sus fechas, donde se observa que la trazabilidad de la muestra es mediante la interpretación del estado de la misma (ver tabla ANEXO 3.1.1).

En base a los inconvenientes detectados, el mix de codificación y lo hasta aquí desarrollado se propone anexar la propuesta de GPA al actual sistema GESCAL del Laboratorio lográndose:

- Como principal tarea: identificar su posición exacta mediante el mix de codificación y último usuario en tener contacto.
- Información complementaria para la continuidad de la muestra dentro del Laboratorio:
  - ✓ Reducción de incertidumbre: *caracterizar* la muestra (destrucción o despacho), para lograr una toma de decisión rápida al finalizar ensayos y con ello reducir el stock en el depósito de muestras finalizadas. Se logran definir el 86% de ellas y una reducción del 9.09% de tiempo de estadía (más detalles en inciso 9.1.2 y gráfico 8.4.2-1 junto a anexo 3.1).

- ✓ Controlar los tiempos desde la recepción de la muestra físicamente (mediante la fecha en que se recibió el remito de muestra), hasta ser ingresada al sistema para comenzar ensayos: mejora de aprox. 43% - de 7 a 4 días.
- ✓ Controlar la reducción de tiempo de estadía (*TE* en gráfico 8.4.2-1) en depósito para ensayos derivado de la nueva ampliación. Mas detalles del beneficio esperado se indica en inciso 10.3.1.

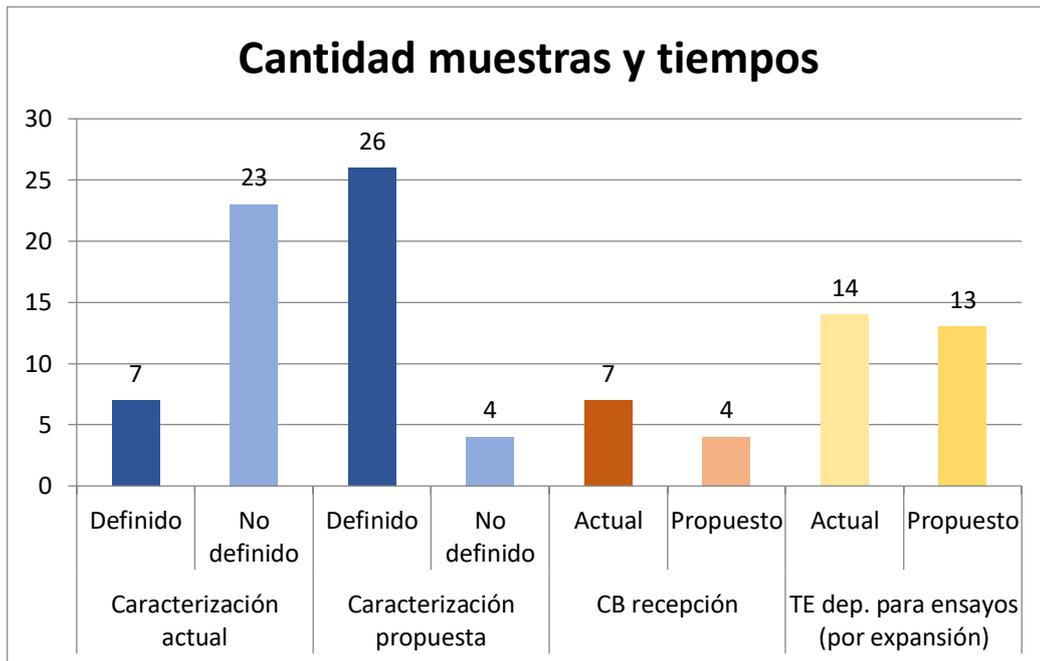


Gráfico 8.4.2-1: beneficio en la reducción de incertidumbre y de la cantidad de días. Propuesta de un GPA eficiente. Fuente: elaboración propia.

Siguiéndose los puntos anteriormente nombrados, en el gráfico 8.4.2-1 se puede observar en las primeras dos columnas *caracterización actual* y *caracterización propuesta* como a través de la propuesta del GPA se pasa de 7 a 26 muestras definidas. Continuando de izquierda a derecha el CB de recepción disminuye de 7 a 4 días y por ultimo los TE en depósito para ensayos por expansión pasan de 14 a 13 días.

### 8.4.3 Diagrama de actividades

Se formaliza de manera gráfica las características de lo que el sistema debe poder hacer (los requerimientos funcionales). Se plantea uno de los diagramas UML (Lenguaje de Modelado Unificado): el diagrama de actividades.

Para este diagrama se toma como referencia las tablas 7.3.3.1-1, 7.3.4.1.1-1 y 8.4.1-2 estableciéndose las secuencias de actividades (interacción entre sistema y actores) y las condiciones que las disparan.

El diagrama de actividades se muestra a continuación y el mismo comienza a partir de que el operador en el almacén recibe el acta y/o muestra, esta última alojada en el depósito recepción.

En las Figuras 8.4.3-1, 8.4.3-2 y 8.4.3-3 se muestra la representación de izquierda a derecha de cada *calle* respectivamente del diagrama de actividades. De manera grafica se representa las características de lo que el sistema debe poder hacer según las interacciones con el usuario (requerimientos funcionales).

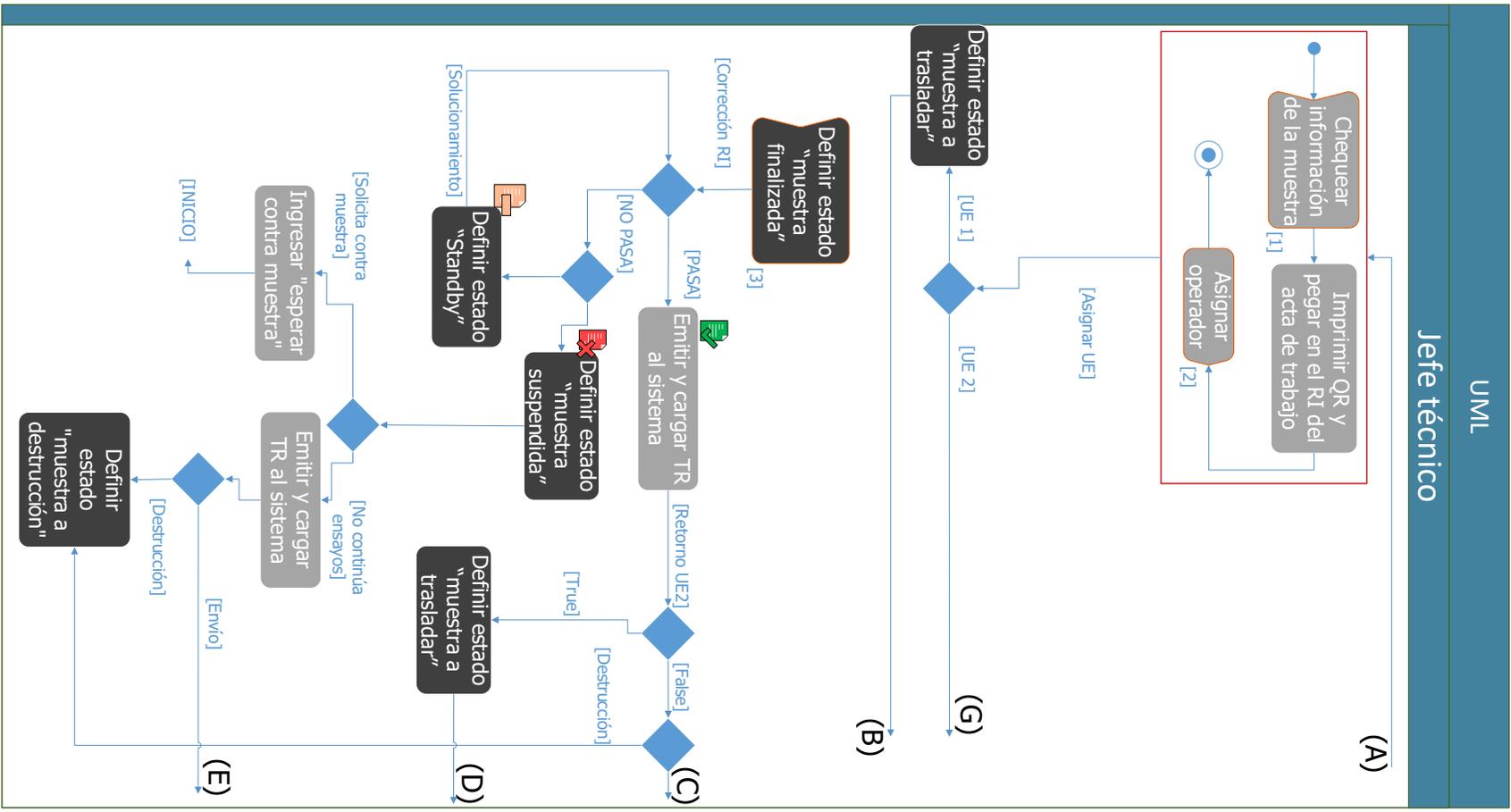


Figura 8.4.3-1: diagrama de actividades propuesto UE1 y UE2, jefe técnico. Fuente: elaboración propia.

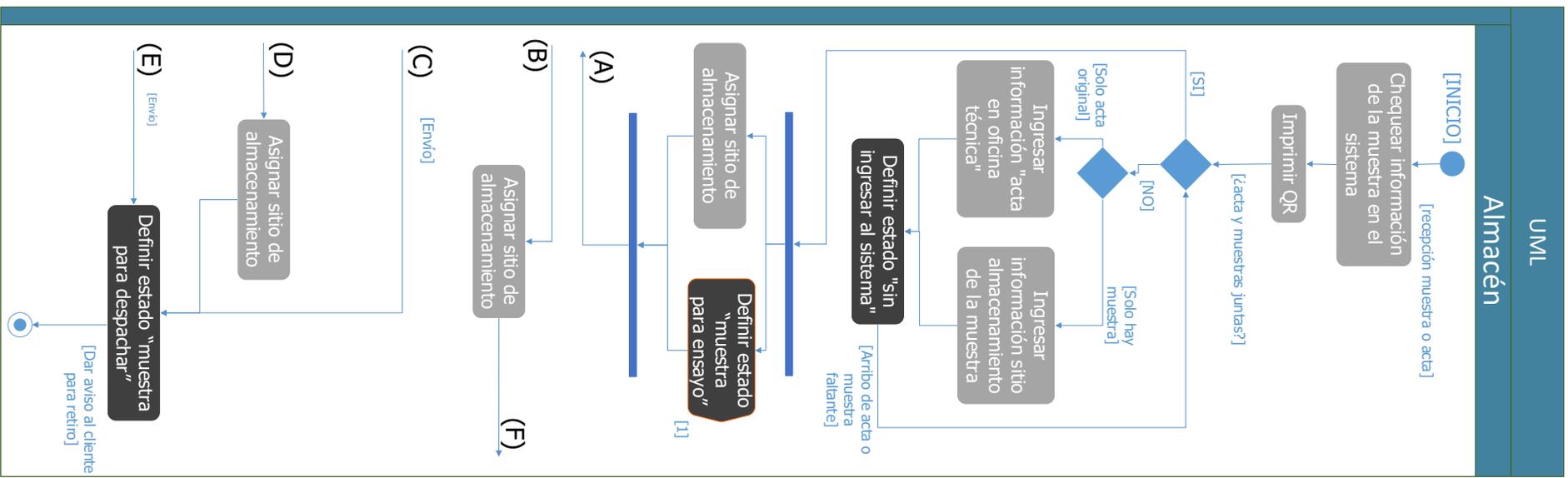


Figura 8.4.3-2: diagrama de actividades propuesto UE1 y UE2, almacenes. Fuente: elaboración propia.

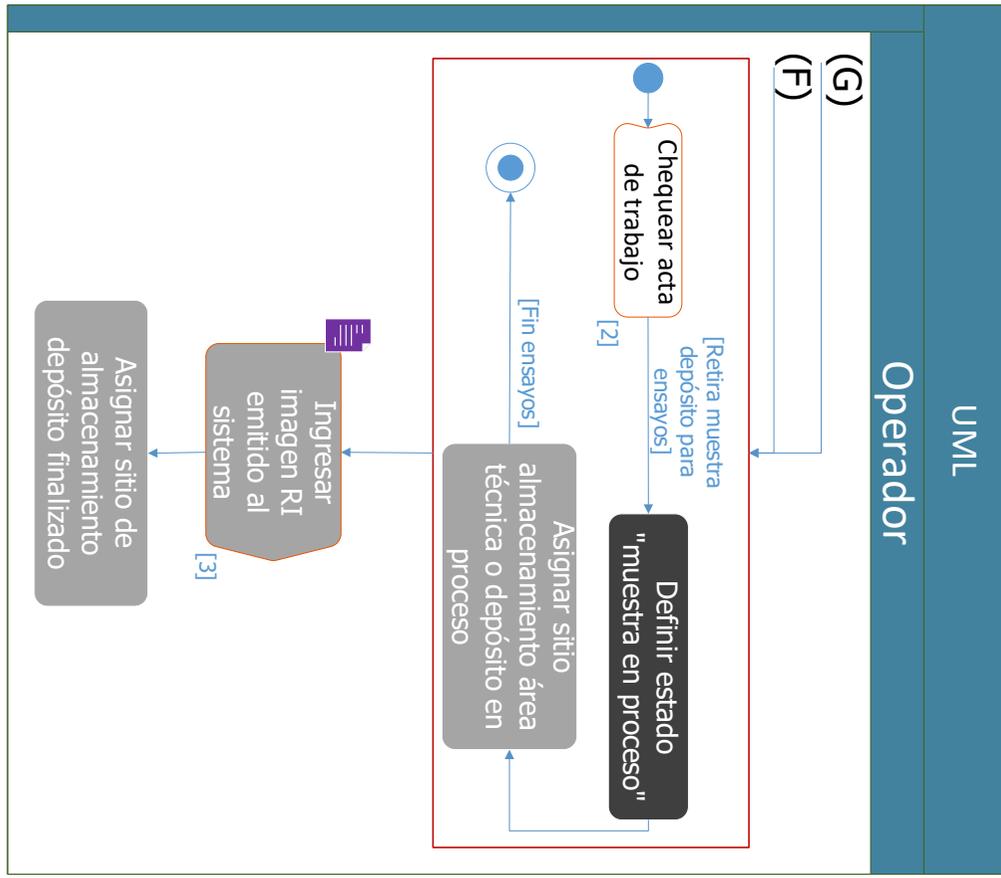


Figura 8.4.3-3: diagrama de actividades propuesto UE1 y UE2, operador. Fuente: elaboración propia.





## CAPÍTULO 9. COMPLEMENTOS PARA LA MEJORA

---



## 9.1 Cuellos de botella

### 9.1.1 Ingreso

En base a los análisis en los capítulos 4.3.3.1 y 4.3.4, la interacción con el cliente tiene un peso del 16% sobre los problemas de mayor impacto en el laboratorio aumentando los tiempos de la muestra dentro del mismo. Se establecen las siguientes recomendaciones:

**Problema [M], *conocimientos de muestras a ingresar*:** se propone una serie de reglas para la recepción de muestras:

- ✓ Personal de almacén debe tener conocimiento como mínimo una semana antes de la recepción en el laboratorio para realizar una preparación del depósito de ser necesaria. Mantener una comunicación actualizada entre el área comercial y este sobre las cantidades y tipo de muestras a recibir.
- ✓ El sector comercial/logístico del Laboratorio debe mantener una comunicación fluida con el cliente, certificadora y/o consultora en todo momento.

**Problema [E], *descoordinación acta-muestra*:** en aquellos casos donde la certificadora no realiza el trabajo de muestreo<sup>22</sup>, la falta de coordinación acta-muestra entre cliente y/o consultora (quienes envían la muestra) y certificadora (quien envía acta); variables externas al laboratorio, generarán que unas lleguen antes que otras. Ubicarlas y detectarlas dentro del laboratorio será más eficiente a través de la implementación del mix de codificación planteado en el capítulo 8.2.3.

#### **Reducción de los tiempos CB, problema [A]:**

En base a la nueva propuesta de metodología de ingreso de muestras se logran disminuir los tiempos aproximadamente un 43% (de 7 a 4 días en un escenario pesimista).

- ✓ Nueva metodología de ingresos de muestras al sistema: reducción del tiempo y errores en la etiquetación.
- ✓ Se establece una zona concreta para la recepción de muestras que serán ingresadas a ensayar.
- ✓ Para mantener un correcto control, se propone una inspección visual rápida del sector recepción donde las muestras no deben salir del espacio destinado.
- ✓ Aquí se incluye un KPI que establece que no deben estar más de 4 días almacenadas en el sector desde que se recibieron:

$$KPI = T_{ingr} = F_{ingr\ dep.p/ensy} - F_{remito} \leq 4 [días]$$

---

<sup>22</sup> Cuando la certificadora se encarga del muestreo, muestra y acta llegan siempre al mismo tiempo.

Siendo  $T_{\text{ingr}}$  el tiempo que toma ingresar la muestra al sistema. Está dado por la diferencia entre la fecha en que ingreso la muestra al depósito para ensayos ( $F_{\text{ingr dep.p/ensy}}$ ) y la fecha en que se firmó el remito ( $F_{\text{remito}}$ ). Esto se observa en la columna *días hasta ingresar*, descrito en la tabla ANEXO 3.1.2-1.

### 9.1.2 Expedición

Con el fin de agilizar los despachos, se establecen las siguientes recomendaciones de acción con los clientes:

**Problema [D], fin de la muestra:** al igual que en la recepción, se propone una serie de reglas para la expedición:

- ✓ Establecer como condición necesaria en el sistema GPA la indicación por parte del cliente en cuanto al fin de la muestra (*caracterización*) antes de recibirla o, de no ser posible, en la etapa previa a la realización de los ensayos.
- ✓ Para aquellos clientes que no especifiquen, colocar una penalidad bajo la denominación *cargos extra por almacenamiento indefinido* del 0,5% del valor de la factura. Esto persuade y motiva al propio del cliente a cumplimentar la caracterización.

**Problema [DD]:** el área comercial debe hacer hincapié en notificar al cliente lugar, día y horario de retiro de las muestras para devolución y evitar despachos fuera del horario laboral.

#### Reducción de los tiempos CB, problema [D]:

Se espera con las propuestas, alcanzar bajo consideración pesimista, una reducción a 10 días de estadía promedio en el depósito finalizado conociéndose su *caracterización*. Así se tiene un  $(1 - \frac{10}{11}) \times 100 = 9.09\%$  de mejora, tabla 9.1.2-1 donde:

- ✓ El KPI aquí es la cantidad de muestras caracterizadas en el mes respecto del total, siendo aceptable tener más del 85%

$$KPI = \frac{\sum \text{muestras caracterizadas}}{\sum \text{muestras}} \times 100 \geq 85\%$$

Al disminuir el tiempo de caracterización, se reduce el tiempo total en el depósito finalizado:

$$T_{\text{dep. fin.}} = T_{\text{TR}} + T_{\text{retiro o destr}}$$

$$T_{\text{TR}} = T_{\text{corr.RI}} + T_{\text{CM}} + T_{\text{caract.}}$$

Siendo  $T_{\text{dep. fin.}}$  el tiempo total transcurrido a partir del ingreso al *depósito finalizado*,  $T_{\text{TR}}$  el tiempo de generación del TR que incluye la corrección del RI y de ser necesario nuevos ensayos ( $T_{\text{corr.RI}}$ ),  $T_{\text{retiro o destr}}$  el tiempo hasta ser retirado o destruido,  $T_{\text{CM}}$  tiempo de espera y ensayo de una contra muestra y  $T_{\text{caract.}}$  el tiempo de caracterización que se busca reducir. Si se toma el caso donde los tiempos de corrección de RI son normales y no existe contra

muestra, queda que para disminuir los tiempos se debe tener caracterizada la muestra al momento de finalizar los ensayos y los retiros de los clientes ser dinámicos.

El indicador para la toma de decisión en el GPA se muestra en la columna *acción* de la tabla ANEXO 3.1.2-1, donde puede tomar los valores de: *contactar, devolución, destrucción, terminado, trasladar UE1, trasladar UE2, trasladar UE1 y contactar, trasladar UE2 y contactar.*

La diferencia entre la fecha de caracterización y de emisión del TR para el cálculo del  $T_{caract}$  lo brindará el sistema y se refleja en la columna *días hasta definir caracterización.*

- ✓ Se disminuyen los desplazamientos dentro del sector y entre UE de muestras finalizadas almacenadas de las cuales no se conoce su fin (despacho o destrucción).
- ✓ Se mejora el uso del espacio utilizado de almacenamiento.

DEPÓSITO EXPEDICIÓN	TIEMPO TOTAL PROMEDIO DEPÓSITO FINALIZADO
Sistema de expedición de muestras actual	11 [días]
Escenario pesimista con las mejoras propuestas para la expedición	<b>10 [días]</b>

Tabla 9.1.2-1: tiempo promedio hasta el retiro de la muestra. Fuente: elaboración propia.

## 9.2 Aplicación del ciclo de Deming

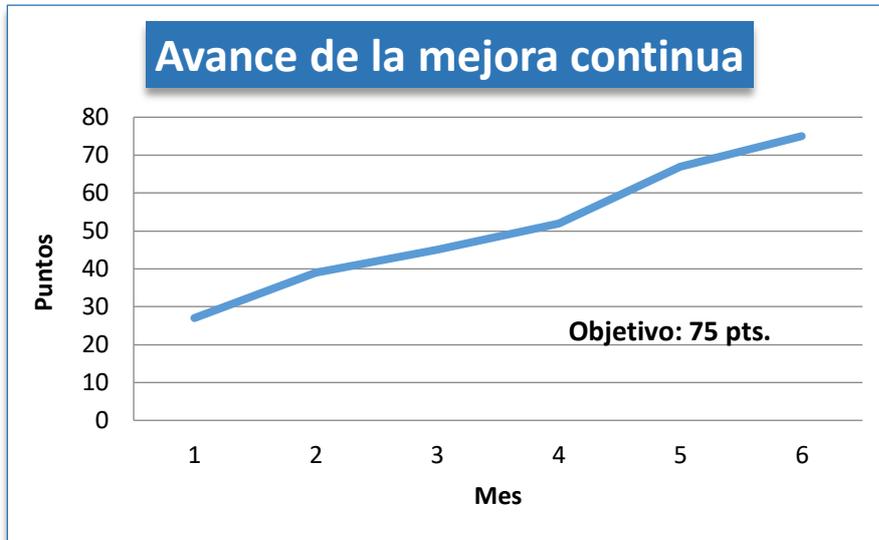
La filosofía del concepto de ciclo de "Deming" o PDCA ("Plan", "Do", "Check", "Act") para la mejora continua se implanta en los análisis y propuestas desarrolladas en los capítulos anteriores siempre que sea posible. El ciclo de "Deming" se incluye dentro de las 5S a través de "Seiketsu" que indica la metodología de evaluación y retroalimentación del proceso para la estandarización mediante los *principios sin.*

Para esto, se procede a aplicar dentro del entorno del almacenamiento el siguiente esquema de autoevaluación basado en dichos principios (sin objetos innecesarios, sin desorganización y sin suciedad) considerándose: donde, como, que y cuando evaluar. Para el análisis en el presente proyecto se deja establecido el resultado promedio de los depósitos del laboratorio, dejando abierta la posibilidad de ser realizado en cada uno de ellos por separado.

Depósitos del Laboratorio antes de la reubicación		Evaluador: JIMC	Fecha: 17/1/2020
PUNTAJES	0: Malo, no implementado; 1: No muy bueno. Implementación incipiente; 2: Aceptable. Implementación parcial; 3: Bueno. Implementación desarrollada; 4: Muy bueno. Implementación avanzada; 5: Excelente. Implementación total		
<b>EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN NECESARIO/INNECESARIO</b>			
1. ¿Hay equipos, estanterías u otros que no se utilizan y que están en el sector? Puntaje: 2			
2. ¿Existen elementos como cajas, films, embalajes que no se usan que están en el sector? Puntaje: 2			
3. ¿Existe una baja acumulación de papeles o cualquier documentación en el sector? Puntaje: 1			
4. ¿Existen muestras suspendidas almacenadas sin caracterizarse por más de 1 año? Puntaje: 1			
<b>EVALUACIÓN DE ORDENAMIENTO</b>			
5. ¿Se encuentran correctamente identificadas las muestras? Puntaje: 1			
6. ¿Se encuentran almacenadas las muestras en su lugar correspondiente? Puntaje: 1			
7. ¿Se ejecuta de manera eficiente la metodología de ingreso de muestras al sistema GPA? Puntaje: 1			
8. ¿Precisión absoluta entre el lugar de almacenamiento físico real de la muestra y el que figura en el sistema GPA? Puntaje: 0			
9. ¿Se encuentran libres de obstáculos las sendas de circulación? Puntaje: 1			
10. ¿Se encuentran señalizadas las zonas de almacenamiento en el suelo? Puntaje: 0			
11. ¿Reducción de muestras sobresaliendo de estanterías? Puntaje: 0			
12. ¿Reducción de muestras mal apiladas? Puntaje: 0			
13. ¿Dificultad en ordenar y localizar actas y/o muestras que arribaron a destiempo? Puntaje: 1			
<b>EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA</b>			
14. ¿Están los suelos limpios? Puntaje: 3			
15. ¿Están limpias las estanterías y equipos de manejo de materiales? Puntaje: 2			
16. ¿Hay desechos de empaques, cajas u otros en el sector? Puntaje: 3			
<b>EVALUACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN</b>			
17. ¿Están las muestras en orden en el sector según peso, tamaño o estados? Puntaje: 0			
18. ¿Se respeta una altura máxima de apilamiento? Puntaje: 1			
19. ¿Se cumple con el ingreso de información rápidamente al sistema GPA para un conocimiento de todos los sectores? Puntaje: 1			
20. ¿Están correctamente señalizadas cada estantería y módulo de ellas? Puntaje: 2			
21. ¿Están las muestras correctamente señalizadas? Puntaje: 2			
22. ¿Están correctamente pintadas las estanterías, las líneas que demarcan los senderos de circulación y aquellas del sector de almacenamiento en suelo? Puntaje: 1			
23. ¿Existe un manual estandarizado de procedimientos e instructivos de trabajo para realizar las tareas de ordenamiento y limpieza? Puntaje: 0			
<b>EVALUACIÓN DE LA DISCIPLINA</b>			
24. ¿Se ejecutan las tareas rutinarias según los procedimientos especificados? Puntaje: 0			
25. ¿El personal hace uso de normas de seguridad para el almacenamiento? Puntaje: 1			
<b>RESULTADO DE LA EVALUACIÓN</b>			
Fecha de la evaluación: 17/1/20. Puntaje: 27 puntos.			
Objetivo por alcanzar: $25 \times 3 = 75$ puntos. Fecha de la próxima evaluación: 17/2/20			

Tabla 9.2-1: resultados de la autoevaluación para la mejora continua. Fuente: elaboración propia.

El uso de la tabla 9.2-1 permitirá evitar la propagación de los problemas detectados en el *checklist* al nuevo emplazamiento. Se estima que el objetivo propuesto de 75 puntos de la evaluación de la mejora continua se lograría en 6 meses, estableciendo valores a igualar o superar en cada periodo de análisis como se muestra en la figura 9.2-2.



Mes	Puntos estimados
1	27
2	39
3	45
4	52
5	67
6	75

Figura 9.2-2: resultados esperados de la autoevaluación para la mejora continua. Fuente: elaboración propia.





CAPÍTULO 10. BENEFICIOS ESTIMADOS.  
EVALUACIÓN ECONÓMICA

---



## 10.1 Introducción

En el presente capítulo se analizan los beneficios estimados y se definen todos aquellos elementos que deben considerarse en el estudio económico. Se propone una estimación de los principales costos en los que incurre el Laboratorio para el proyecto: desarrollo e implementación de la propuesta de GPA, la inversión en capacitación de este, y los que derivan del traslado de las áreas al nuevo emplazamiento.

Para el cálculo de los costos se tiene en cuenta que, al momento de desarrollar el proyecto, la estructura edilicia en el PTLC se encuentra en condiciones y no necesita una inversión adicional de preparación para recibir los equipos y sectores. El equipo Cámara Semianecoica se encuentra ya montado en el sitio estipulado en el capítulo 5 al momento del análisis (figura 5.7.2-4).

Por otro lado, la unidad monetaria empleada será el Peso Argentino (ARS), por lo que aquellas cotizaciones de equipos expresadas en términos de divisa, serán convertidas a moneda local mediante la aplicación del tipo de cambio oficial actual:

$$1 \text{ U\$D} = 105 \text{ \$ ARS (Noviembre 2021)}$$

Es importante dejar en claro que en los precios de compra de los distintos equipamientos y dispositivos son finales y se incluye los costos de envío e instalación.

Para aquellos desembolsos no referentes a la adquisición de equipamiento se tiene el concepto de recursos humanos invertidos para el desarrollo, dado por el valor horas hombre [hs hombre] y su costo operativo [\$/hs hombre]. Debido a los datos de carácter restringido del Laboratorio, y con el objetivo de salvaguardar su interés, se expondrá el costo total de cada etapa.

A continuación, se detallan los estudios económicos y financieros de las soluciones propuestas recopilándose y calculándose en primer lugar los costos para la implementación, luego los beneficios estimados y finalmente el recupero de la inversión.

## 10.2 Costos del proyecto

La estructura de costos está conformada de las siguientes etapas: desarrollo del sistema GPA, implementación y funcionamiento. Cada una de ellas forma parte de las diferentes actividades que se deben llevar a cabo para las propuestas de solución.

### 10.2.1 Desarrollo del sistema GPA:

#### Equipamiento

La inversión para el funcionamiento del sistema GPA se relaciona con la adquisición del equipo para la impresión y edición de códigos de barra y QR "Nexusos NX 424U" cuyo valor actual tiene un costo de<sup>23</sup>:

$$C_{eq.Nexus} = 36.205 \text{ [\$]}$$

No representan un desembolso la inversión en lectores para el ingreso de la información ya que se realizan mediante Smartphone propiedad de cada usuario, así como tampoco los elementos de soporte para la herramienta de gestión que ya forman parte del Laboratorio los cuales incluye: servidor de alojamiento de datos y computadoras personales.

#### Desarrollo

En la sección 8.4.3 se expusieron las características de lo que el sistema debe hacer (requerimientos funcionales). Para resolver aquellas características de como el sistema lo hace (requerimientos no funcionales) se contrata el servicio de dos programadores. El objetivo es rediseñar la herramienta de gestión GESCAL, diseñar la interfaz de aplicación para equipos Smartphone y lograr que la misma cumpla los requerimientos y especificaciones de procesamiento de información de la manera más conveniente: tales como el lenguaje de programación a utilizar, rendimiento, seguridad, escalabilidad, durabilidad, eficiencia, etc. Un ejemplo de cómo luciría la base de datos del GPA propuesto se detalla en el ANEXO 3, sección 3.1.2.

Se estima que dicha actividad llevara 20 días de trabajo efectivo, 8 horas por día. El costo en horas-hombre<sup>24</sup> empleadas es:

$$C_{programador} = 941 \left[ \frac{\$}{hs} \right] \times 8 \left[ \frac{hs}{dia} \right] \times 20 \text{ [dias]} = 150.560 \text{ [\$]}$$

---

<sup>23</sup> Valor del equipo obtenido de Mercado Libre, agosto 2021.

<sup>24</sup> Salarios en base a datos extraídos de Glassdoor: promedio sobre sueldos de programadores en diferentes compañías, Argentina noviembre 2021. Para el ejercicio de cálculo, se utilizó los tiempos de desarrollo sugeridos por Ing. en Sistemas recibidos de la UTN FRSF.

## 10.2.2 Implementación:

### 10.2.2.1 Acondicionamiento UE1

El desembolso de la inversión en el acondicionamiento de la UE1 para la propuesta de distribución de áreas considera el costo de la adquisición de una pluma de 1 [t] para la manipulación de motores destinados a eficiencia y la adquisición, insonorización y colocación de una puerta corrediza en el sector propuesto para el equipo de freno<sup>25</sup>. No representa una inversión los equipamientos de almacenamiento que son reutilizados del mismo sector, en los que se incluye: estanterías, zorra para el movimiento de materiales y escalera de aluminio.

$$C_{\text{pluma}} = 88.832 \text{ [\$]} \quad C_{\text{puerta}} = 17.500 \text{ [\$]}$$

### 10.2.2.2 Acondicionamiento depósito UE2

#### Redistribución

Los costos de traslado de aquellos grandes equipos, o unidades auxiliares de difícil manipulación (compresores de gran tamaño), instalación y acondicionamiento de unidades críticas estarán dados por la mano de obra del Laboratorio y el servicio de transporte tercerizado por la empresa Grúas Transportes SRL. El costo total de esta etapa:

$$C_{\text{redist.}} = 70.560 \text{ [\$]}$$

#### Equipamiento

Se incluye en este apartado aquel desembolso que representa el mayor peso para la puesta a punto de la propuesta de almacenamiento: la compra, montaje y colocación de estanterías fijas; el cual es incluido dentro del presupuesto brindado por la empresa SOTIC SA, escalera de aluminio de 7 escalones y carro zorra plegable de 120 [Kg] de carga exclusiva para el uso en depósito<sup>26</sup>. No se consideran dentro del cálculo de inversión aquellos que ya forman parte de la nueva estructura edilicia, incluyéndose dentro de esta característica: extintores, iluminación, escritorio, computadora personal.

$$C_{\text{Estanterias}} = 366.085 \text{ [\$]}$$

$$C_{\text{zorra}} = 10.950 \text{ [\$]}$$

$$C_{\text{escalera}} = 8.527 \text{ [\$]}$$

---

<sup>25</sup> Valores de equipos obtenidos de MercadoLibre, agosto 2021. La instalación de la puerta es realizada por los operadores del laboratorio.

<sup>26</sup> Presupuesto SOTIC: Orden de Inversión N°: C-17-EMARAVEF-1000802-240821. Agosto 2021. Incluye zorra y escalera.

### 10.2.3 Funcionamiento

#### Capacitación

Representa el costo adicional del consultor por las capacitaciones que se dictarán al personal del Laboratorio, en horario laboral, vinculado al funcionamiento del sistema. Se considera media jornada de reunión con personal de laboratorio: 4 hs.

$$C_{\text{consultor}} = 941 \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times 4 [\text{hs}] = 3.764 [\$]$$

Además del costo de capacitación antes descripto, se ocasionan gastos referidos a la realización de todas las reuniones internas del Laboratorio en base a las tareas de planificación y comunicación durante la etapa de desarrollo. Estos gastos no son menores y corresponden a refrigerios, impresiones, insumos, entre otros. Se incluye así la categoría de gastos adicionales sumando:

$$C_{\text{adic.}} = 12.650 [\$]$$

### 10.2.4 Etapas del desarrollo, implementación y funcionamiento

Se ocasionan gastos referidos a la realización de reuniones internas del Laboratorio para la planificación de las actividades y la preparación con vistas al nuevo emplazamiento y acondicionamiento del actual. Dichas actividades se realizarán durante el horario laboral de lunes a viernes. A continuación, se detallan los tiempos de las etapas más importantes<sup>27</sup>:

Etapa	Concepto	Personal	Tiempo total [hs]
Planificación	Reuniones directivas del laboratorio, planificación y distribución de actividades, tiempos para la ejecución de tareas planificadas.	Director, jefes de laboratorio, responsable de calidad, responsable de depósito.	20
Implementación de las propuestas de mejora	Implementación de las propuestas de acondicionamiento de las UE, redistribución de equipos y unidades críticas por etapas, redacción de procedimientos de uso del GPA, implementación del nuevo sistema de GPA en el sistema GESCAL, instalación de estanterías, etiquetación de CBr en sectores asignados, pruebas de funcionamiento del mix de codificación.	Director, jefes de laboratorio, responsables técnicos. Responsable de depósito, operadores y coordinadores.	90
Inducción al nuevo sistema GPA	Reunión de inducción junto a todo el personal operativo del Laboratorio, con el objetivo de lograr entendimiento y compromiso con el sistema propuesto.	Jefes de laboratorio, operadores y coordinadores áreas técnicas, operadores depósito, consultor.	20

<sup>27</sup> Fuente: información brindada por el LAMYEN, en base a tiempos de actividades anteriormente desarrolladas para la implementación del Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio.

Puesta en marcha del nuevo sistema GPA	Control previo del funcionamiento del sistema, ajustes necesarios, monitoreo y recomendaciones, aplicación del esquema de autoevaluación.	Director, responsable de calidad, jefes de laboratorio, responsable de depósito.	20
----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla 10.2.4-1: tiempo total de las etapas para el desarrollo de las propuestas de solución.

Fuente: elaboración propia.

### Horas hombre

En términos de recursos humanos utilizados para la implementación de la propuesta de mejora, el Laboratorio tiene un desembolso total de:

$$C_{\text{hs. hombre}} = S \times 150 \text{ [hs]} = 11.704,67 \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times 150 \text{ [hs]} = 1.755.700,5 \text{ [\$]}$$

Donde (S) representa para el proyecto el desembolso aproximado por hora de todo el personal y becarios del Laboratorio para dichas etapas<sup>28</sup>. Se aclara que estos costos son finales y no acarrear gastos ocultos (referidos a impuestos y cargas sociales). Los pagos al personal se efectúan a través de la Fundación Facultad Regional Santa Fe en concepto de Beca o mediante facturación. Se considera que la jornada parcial es de 4 hs y completa de 8 hs.

### 10.2.5 Traslados de muestras entre UE

Al separar el laboratorio en dos UE se generará un costo variable adicional en traslados que dependerá de la demanda de trabajos para el sector de EE. Debido a que el laboratorio posee vehículo propio, dicho cálculo viene dado por:

$$C_{\text{alt3}} = C_{03} + C_{33} + C_{43} ; \text{ donde } \begin{cases} C_{03}: \text{ costo traslado de las muestras hacia UE1.} \\ C_{33}: \text{ costo de traslado de exceso muestras } \textit{suspen./standby} \text{ a UE1.} \\ C_{43}: \text{ costo agrupamiento de las muestras.} \end{cases}$$

Para determinar el valor se tiene en cuenta:

- Las cantidades promedio de ensayos realizados por el laboratorio en los últimos 3 años y que son utilizadas como proyección para la propuesta (tabla 10.2.5-1)
- Costo de combustible y rendimiento para una camioneta Citroen Berlingo 1.4 propiedad del LAMYEN, junto a la distancia del recorrido entre la ubicación de ambas UE (tabla 10.2.5-2)
- El valor hora hombre y el tiempo para cada traslado de manera confidencial en la tabla 10.2.5-3

<sup>28</sup> Fuente: información brindada por el LAMYEN.

Traslados	Cantidad
Cantidad de traslados al año para el cálculo de $C_{03}$ para ensayos de EE en UE1	88,2
Cantidad de traslados estimados para el cálculo de $C_{33}$ por exceso en almacén UE1 al año de muestras suspendidas y en standby	5
Cantidad de traslados al año para el cálculo de $C_{43}$ por agrupamiento de muestras	35,28
<b>Total viajes en el año</b>	<b>128,48</b>

Tabla 10.2.5-1. Cantidades proyectadas de traslados.  
Fuente: GESCAL, LAMYEN. Elaboración propia.

Descripción	Cantidad
\$/Litro Nafta super, NOV 21	90,4
Distancia en Km entre UE	5
Km/l rendimiento	10
<b>Total (ida y regreso)</b>	<b>90,4</b>

Tabla 10.2.5-2. Valores a noviembre 2021. Fuente: página web [www.surtidores.com.ar](http://www.surtidores.com.ar). Elaboración propia.

Costo del traslado	Cantidad
Valor Hora Hombre (1 operador)	HH
Horas dedicadas	Tiempo

Tabla 10.2.5-3. Fuente: GESCAL, LAMYEN.  
Elaboración propia.

Luego se calcula cada egreso considerándose el costo del viaje y el tiempo que el operador dedica a la tarea:

$$C_{03} = 90,4 \left[ \frac{\$}{\text{viaje}} \right] \times \frac{88,2}{12} \left[ \frac{\text{viaje}}{\text{mes}} \right] + 1 \left[ \frac{\text{operador}}{\text{viaje}} \right] \times \frac{88,2}{12} \left[ \frac{\text{viaje}}{\text{mes}} \right] \times \text{HH} \left[ \frac{\$}{\text{hora}} \right] \times \text{tiempo} \left[ \frac{\text{hora}}{\text{operador}} \right]$$

$$= 4.942 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

Repetiéndose el procedimiento para la cantidad de viajes de cada caso:

$$C_{33} = 280 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] \quad C_{43} = 1.977 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

Finalmente:

$$C_{\text{alt}3} = C_{03} + C_{33} + C_{43} \cong 7.200 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

## Alternativa 2

Se realiza el ejercicio con motivo de aclaración para el cálculo del costo de la alternativa 2 en las tablas 10.2.5-4 a 10.2.5-8 y que se utilizó en la sección 6.1.3 *conclusión de las alternativas*. Para impedir la inferencia de valores sensibles para el Laboratorio se exponen en dichas tablas mediante el símbolo de una letra:

Traslados	Cantidad
Cantidad de traslados para el cálculo de $C_{12}$ por nuevas acreditaciones al año en ensayos de EE y SE en UE1	17,64
Cantidad de traslados estimados para el cálculo de $C_{32}$ por exceso en almacén UE1 al año de muestras suspendidas y en standby	5
Cantidad de traslados al año para cálculo de $C_{42}$ por agrupamiento de muestras	35,28
<b>Total viajes en el año</b>	<b>57,92</b>

Tabla 10.2.5-4. Cantidades proyectadas de traslados. Fuente: GESCAL, LAMYEN. Elaboración propia.

Descripción	Cantidad
\$/Litro Nafta super, NOV 21	90,4
Distancia en Km entre UE	5
Km/l rendimiento	10
<b>Total (ida y regreso)</b>	<b>90,4</b>

Tabla 10.2.5-5. Valores a noviembre 2021. Fuente: página web [www.surtidores.com.ar](http://www.surtidores.com.ar). Elaboración propia.

Inversión en la UE1	Valor [\$]
Costo equipo "Nexuspos NX 424U" para la UE1	36.205
Costo de un servidor de alojamiento de datos para la UE1	S
Costo de computadora y accesorios para la UE1	C
Costo HH programador para incluir adicionalmente a la UE1 dentro del sistema (60% adicional al valor de la alternativa 2)	90.336
<b>Total equipamiento UE1</b>	<b>T</b>

Tabla 10.2.5-6. Costo para la inversión del equipamiento de la alternativa 2. Fuente: Elaboración propia. LAMYEN.

Inversión mensual	Valor [\$/mes]
Amortización a 60 meses (5 años) de la inversión en UE1	T/60
HH operadores de almacenamiento al mes	HH <sub>alm</sub>
<b>Total costo de adaptar UE1: <math>C_{52}</math></b>	<b>146.684</b>

Tabla 10.2.5-7. Costo mensual de la alternativa 2. Fuente: GESCAL, LAMYEN. Elaboración propia.

Costo del traslado	Cantidad
Valor Hora Hombre (1 operador)	HH
Horas dedicadas	Tiempo

Tabla 10.2.5-8. Fuente: GESCAL, LAMYEN. Elaboración propia.

Luego se calcula cada egreso considerándose el costo del viaje y el tiempo que el operador dedica a la tarea con las tablas 10.2.5-4 a 10.2.5-8:

$$C_{12} = 988 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] \quad C_{32} = 280 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

$$C_{42} = 1.977 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] \quad C_{52} = 146.684 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

Finalmente:

$$C_{\text{alt2}} = C_{12} + C_{32} + C_{42} + C_{52} = 149.929 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

A comparación de la alternativa 3, la alternativa 2 representa una mayor inversión adicional por mes para adaptar la UE1. Como se expuso en la unidad 6: si los trabajos (o el equivalente en ingresos) en EE aumentaran un 70% y se mantuvieran por 60 meses para una amortización, justificarían la inversión del equipamiento de la alternativa 2 por lo que a partir de allí debería considerarse la adaptación de la UE1 para recepcionar en ambas UE.

## 10.3 Beneficios estimados del proyecto

### 10.3.1 Beneficios tangibles

A partir de las tablas 4.3.3.1-1 y 4.3.3.1-2 se conforma la tabla 10.3.1-1 la cual será detallada en los siguientes incisos: reducción de tiempos en CB, beneficios del mix de codificación y beneficio de la expansión.

Sectores	Días			%
	Actual	Logrado en base a lo propuesto	Mejora	
Cuello botella recepción	7	4	3	43%
Tiempo de Estadía en depósito para ensayos	14	13	1	7%
Sector técnico	18	17.58	0.412	2%
Depósito ensayos finalizados: tiempos de corrección del RI	7	7 (sin modificaciones)	-	-
Cuello de botella expedición <sup>29</sup>	11	10	1	9%
<b>Total de días</b>	<b>57</b>	<b>51.58</b>	<b>5.42</b>	<b>9.5%</b>

Tabla 10.3.1-1: mejora en días en base a la propuesta del proyecto desde una perspectiva pesimista. Para el sector técnico se produce en la trazabilidad sobre 3,3 hs al mes siendo equivalentes a 0,412 días para una jornada completa de 8 hs. Fuente: elaboración propia.

<sup>29</sup> Se incluye aquí el tiempo para la espera de las conformidades sobre las muestras en stand by (no pasa leve como la falta de manual), tiempo para el retiro de muestras finalizadas y el tiempo para la caracterización de las muestras.

**Reducción de tiempos en CB:**

Observándose la tabla 10.3.1-1 las propuestas de solución acarrearán beneficios en la reducción de tiempos para los ingresos y egresos de las muestras del Laboratorio. Estos beneficios del CB fueron detallados en los incisos 9.1.1 y 9.1.2 y se estima frente a un caso pesimista, una reducción de tiempo de 4 días. Aproximándose es el 43% de mejora sobre los ingresos y 9% sobre los despachos, donde la reducción del CB representa una mejora del 10,25% sobre el tiempo promedio de estadía en los depósitos.

$$T_{\text{prom. total dep.}} = 39 \text{ [días]}$$

$$B_{\text{prom. total dep.}} = \left( 1 - \frac{39 \text{ [días]} - (3 + 1) \text{ [días]}}{39 \text{ [días]}} \right) \times 100 = 10.25\%$$

Donde T es tiempo y B beneficio. Para la cuantificación del beneficio esperado se tiene en cuenta las horas hombre ahorradas en las operaciones de ingreso, búsquedas y el costo ahorrado de mantener inventarios (*costo de almacenamiento*): tiempo en traslados de muestras que no se conoce su fin a depósito subsuelo, tiempos de acomodamiento en el sector por falta de espacio, por inspecciones extras y espacio desaprovechado en muestras almacenadas sin fin. Para la cuantificación se estiman las horas hombre implicadas en base a las pérdidas de tiempo actual de búsquedas, tratado en el inciso 8.3 y el costo de mantener inventarios actuales. Expresándose su valor total se tiene:

$$B_{\text{esperado}} = HH \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times (T_{\text{busq}} + T_{\text{ingr}} + T_{\text{dep.fin.}}) \left[ \frac{\text{hs}}{\text{mes}} \right] + M_{\text{inv}} \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

Donde HH es el valor hora total ponderado entre operadores de depósito y áreas técnicas;  $T_{\text{busq}}$ ;  $T_{\text{ingr}}$ ;  $T_{\text{dep.fin.}}$  son los tiempos reducidos en búsquedas, ingresos y en depósito finalizado respectivamente y  $M_{\text{inv}}$  representa el costo de almacenamiento que se mantendrá de manera confidencial.

$$B_{\text{esp. CB}} = HH_d \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times \left( 13,3 \left[ \frac{\text{hs}}{\text{mes}} \right] + \left\{ (3 + 1) \left[ \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right] \times 8 \left[ \frac{\text{hs}}{\text{día}} \right] \right\} \right) + M_{\text{inv}} \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] = 25.669,05 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

**Beneficio del mix de codificación:**

Siguiéndose la tabla 10.3.1-1, además de los beneficios de la codificación en el depósito descrito con anterioridad, estos también se generan en otros sectores del Laboratorio (supervisores técnicos; *st*; operadores; *op*, responsables de área en una búsqueda esporádica; *jt*). Teniéndose en cuenta solo la importancia dentro del área técnica, se logra un ahorro en las pérdidas de tiempo en búsquedas de 3,3 horas al mes (casi equivalente a una media jornada diaria). Junto al desembolso promedio total hora de este sector del laboratorio, se tiene:

$$B_{\text{esp. Mix Cod}} = HH_{st,op,jt} \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times 3,3 \left[ \frac{\text{hs}}{\text{mes}} \right] = 9.210,69 \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times 3,3 \left[ \frac{\text{hs}}{\text{mes}} \right] = 30.395,28 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

## Beneficio de la expansión

La disposición y traslado al nuevo emplazamiento de mayor espacio permite aumentar la cantidad de trabajos realizados, la cantidad de operadores, así como también la adquisición de nuevos equipos a futuro. No obstante, se debe considerar que los tiempos en ensayos que se establece en cada norma funcionan como un límite máximo en los tiempos de proceso.

Para el presente caso se considera el beneficio únicamente de expandirse sin inversiones extras. Al solo considerarse el aumento del espacio, el operador técnico puede realizar otros ensayos en paralelo mientras espera la finalización del primero<sup>30</sup>. Manteniéndose la confidencialidad del laboratorio, se estima un incremento en la cantidad de trabajos adicionales por mes que se pueden realizar bajo esta premisa. El beneficio extra esperado para el Laboratorio se obtiene multiplicando la cantidad de ensayos adicionales por mes y el valor promedio de cada uno:

$$B_{\text{esp. exp.}} = n \times \ell = 96.000 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] \quad \text{Siendo } n \text{ cantidad de ensayos extras estimada y } \ell \text{ el beneficio promedio por cada ensayo realizado. Fuente: GESCAL-LAMYEN.}$$

Se prevé una reducción del tiempo promedio de espera de muestras a ensayar en el depósito para ensayos (debido a la agilización del departamento técnico) de aproximadamente 7%<sup>31</sup>. Esto se incluye en la tabla 10.3.1-1:

$$\frac{13[\text{días}]}{14[\text{días}]} \cong 92.85\%$$

Las reducciones de días expresadas en la tabla 10.3.1-1 ayudan también indirectamente a los operadores a un mejor cobro de las liquidaciones de los trabajos realizados: la liquidación remunerativa es en base a la cantidad de trabajos finalizados con RI corregido y según el tipo de ensayo realizado.

### 10.3.2 Beneficios intangibles

#### Aspectos de la calidad

Con motivo de estimar el porcentaje de mejora y cuantificar el beneficio esperado, se utilizan los criterios de autoevaluación para los depósitos detallados en el capítulo 9.2:

- Necesario e innecesario
- Ordenamiento
- Limpieza
- Estandarización
- Disciplina

<sup>30</sup> Se deja en claro que los puestos no son de tiempo completo, debido a que el personal técnico está constituido principalmente por estudiantes de la universidad. El resto lo constituyen profesionales de la UTN-FRSF, los cuales desarrollan también actividades de investigación y docencia. La cantidad de ensayos estimada es proporcionada por el Jefe Técnico del LAMYEN.

<sup>31</sup> Fuente: supervisores técnicos del Laboratorio.

El seguimiento de la mejora continua y donde el Laboratorio debe considerar hacer un mayor hincapié, se observa en el gráfico radar para la autoevaluación figura 10.3.2-1. Se espera una mejora del 77,7% al implementar el modelo propuesto junto a las autoevaluaciones.

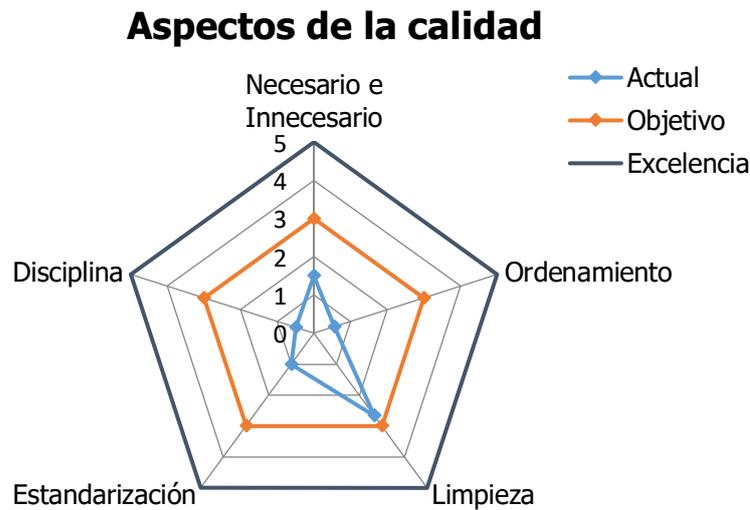


Figura 10.3.2-1: objetivo a alcanzar en la autoevaluación de depósitos del Laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

Con el objeto de obtener un valor estimado del beneficio esperado, se discriminan las actividades en función de su capacidad de reducir costos producto de su mejora. Del análisis se obtiene como resultado que sólo el 20% del total de las actividades tienen una vinculación directa sobre los costos operativos del Laboratorio (puntos 3, 4, 5, 6, 13 tabla 9.2-1) el resto lo conforman aquellas que su efecto es indirecto, o bien, ocasiona mejoras en otros aspectos de la Organización (seguridad, mejora del ambiente de trabajo, menor fatiga en ingresos, entre otros).

Para lo cual, considerándose un escenario pesimista, se espera obtener un beneficio por las autoevaluaciones de mejora continua en los depósitos del 5% sobre los costos de operaciones totales en los depósitos (ahorro horas hombre por ingresos, búsquedas y movimientos de muestras sin caracterizar).

$$B_{\text{esp. calidad}} = \left( \left( HH \left[ \frac{\$}{\text{hs}} \right] \times 8 \left[ \frac{\text{hs}}{\text{dia}} \right] \times 20 \left[ \frac{\text{dia}}{\text{mes}} \right] \right) + M_{\text{inv}} \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right] \right) \times 0,05 = 8.128,84 \left[ \frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

Donde HH es el valor hora total ponderado de operadores depósito y áreas técnicas y  $M_{\text{inv}}$  representa el costo de almacenamiento tratado anteriormente. Cabe aclarar que este resultado no se puede lograr de manera instantánea puesto que se trata de un proceso de mejora continua, en el cual, los cambios se alcanzan en forma progresiva a partir de la retroalimentación de los procesos y las respectivas evaluaciones.

## 10.4 Retorno de la inversión

Con el objetivo de definir la rentabilidad el proyecto de mejora propuesto se debe conocer el importe de la inversión (inicial) y los flujos de fondos netos anuales que se estima obtener de dicha inversión. Estos flujos de caja futuros son comparados contra la inversión presente para lo que se calcula el valor actual de cada uno de esos flujos de caja descontándose un factor de actualización:

$$VAN = \frac{FN_1}{(1+R)} + \frac{FN_1}{(1+R)^2} + \dots + \frac{FN_n}{(1+R)^n}$$

Siendo VAN el Valor Actual Neto,  $FN_n$  el Flujo Neto (la diferencia entre beneficios y los costos totales) en el periodo n y R la tasa de descuento.

La tasa de descuento es una estimación ya que no se conoce a ciencia cierta la relación entre el dinero actual y futuro. La diferencia entre dichos valores puede ser expresado como un porcentaje, por ejemplo:

$$\text{Valor actual} = K \times \text{Valor futuro}$$

$$100 = K \times 110 \rightarrow K = 0,909 ; \text{ se puede decir entonces que:}$$

$$K = \frac{1}{(1+R)}$$

K es el factor de descuento y R es la tasa de descuento siendo en este ejemplo  $R=0,1$ . La tasa de descuento incluye:

$$R = \text{Coste de recursos financieros} + \text{Prima de riesgo} + \text{Inflación}$$

### Recursos financieros (tasa de descuento)

**Inversión con capital propio:** el *coste de recursos financieros* está relacionado con el costo de oportunidad de invertir el mismo dinero y tiempo en otro proyecto: plazo fijo, bonos de estado, otros. Es por esto por lo que la rentabilidad del presente proyecto debe ser más alta en comparación.

**Inversión con deuda o deuda y capital propio:** aquí el *coste de recursos financieros* es la Tasa Efectiva Anual del banco (intereses a pagar más gastos) o para un caso de fondeo mixto, es la media ponderada por el volumen de capital del capital propio y la deuda. En otras palabras, el peso que tiene cada uno dentro de la inversión.

**Prima de riesgo:** si el proyecto tiene un riesgo muy alto en comparativa a proyectos similares, entonces se debe exigir una mayor rentabilidad y para aumentar dicho valor la tasa de descuento debe ser mayor.

**Inflación:** para el proyecto de mejora no se tendrá en cuenta los efectos de la inflación y se trabaja con una tasa de descuento real. Esto facilita el análisis debido a que se trató con beneficios y costos para

un flujo de caja real y no nominal. Se utilizan capitales propios del Laboratorio y se establece una tasa de descuento de 37%<sup>32</sup>.

Otro indicador que se calcula con el fin de poder incrementar el criterio de decisión es la *Tasa Interna de Retorno* (TIR). La TIR es la tasa de interés que hace nulo su VAN en un proyecto de inversión determinado. La regla de decisión es admitir como rentables los proyectos con TIR mayor a la tasa de interés previamente definida.

En adición, otro indicador económico es la *relación costo-beneficio*, comúnmente aplicado en empresas, debido a su sencillo cálculo y facilidad de entendimiento. Basta con que el resultado de esta sea igual o mayor que 1 a fin de aceptar el proyecto o en caso contrario ser rechazado.

### 10.4.1 Cálculo de indicadores

Se procede al cálculo de los indicadores establecidos con un horizonte a 5 años, lo cual permite la observación de los resultados en el corto plazo y el desarrollo de las actividades.

Como primera etapa se calcula los beneficios totales esperados del proyecto en la tabla 10.4.1-1:

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios esperados de los CB [\$]	308.028,6	308.028,6	308.028,6	308.028,6	308.028,6
Beneficio expansión [\$]	1.152.000	1.152.000	1.152.000	1.152.000	1.152.000
Beneficio mix codificación [\$]	364.743,36	364.743,36	364.743,36	364.743,36	364.743,36
Puntaje obj. de autoevaluación para la mejora continua GPA [\$]	27	35	45	58	75
Beneficios intangibles de la autoevaluación GPA [\$]	35.225	45.440,25	58.617,92	75.617,12	97.546,08
<b>Beneficios TOTALES</b>	<b>\$ 1.859.996,9</b>	<b>\$ 1.870.212,2</b>	<b>\$ 1.883.389,8</b>	<b>\$ 1.900.389,1</b>	<b>\$ 1.922.318</b>

Tabla 10.4.1-1: beneficios totales esperados. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los beneficios esperados, a través de las autoevaluaciones del GPA para la mejora continua, no se logran instantáneamente y son la consecuencia de un resultado progresivo. Para un caso pesimista, se considera lograr al quinto año los 75 puntos establecidos como objetivo junto a su beneficio anualizado. Se deja en claro que conforme pasen los ciclos, la capacidad de mejora ira disminuyendo debido a que se espera que el sistema sea eficiente y eficaz.

<sup>32</sup> Coste oportunidad del interés de un plazo fijo anual. Fuente: Banco Nación de la República Argentina – noviembre 2021.

El flujo de efectivo neto es el que se muestra en la tabla 10.4.1-2:

*Inversiones necesarias del proyecto*

Año	Beneficios totales [\$]	Costo laboral [\$]	Desarrollo, implementación y funcionamiento GPA [\$]	Traslados entre UE [\$]	Flujo neto de efectivo [\$]
0	0	<b>1.755.700,5</b>	<b>765.633</b>	0	-2.521.333,5
1	1.859.996,9	0	0	<b>86.400</b>	1.773.596,96
2	1.870.212,2	0	0	86.400	1.783.812,21
3	1.883.389,8	0	0	86.400	1.796.989,88
4	1.900.389,1	0	0	86.400	1.813.989,1
5	1.922.318	0	0	86.400	1.835.918

Tabla 10.4.1-2: flujo de efectivo neto. Fuente: elaboración propia.

Para lo cual, se establece el Valor Actual Neto del proyecto y los restantes indicadores de rentabilidad en la tabla 10.4.1-3:

Año	Costos totales	Beneficios totales	Tasa de descuento 37%	Costos actualizados	Beneficios actualizados	Flujo de efectivo neto actualizado
0	2.521.333,5	0	1.00	2.521.334,5	0	-2.521.334,5
1	86.400	1.859.996,9	0.73	63.065,7	1.357.662	1.294.596,3
2	86.400	1.870.212,2	0.53	46.033,4	996.436,8	950.403,7
3	86.400	1.883.389,8	0.39	33.601	732.450,9	698.849,9
4	86.400	1.900.389,1	0.28	24.526,3	539.461,3	514.934,9
5	86.400	1.922.318	0.21	17.902,4	398.311,1	380.408,7
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.953.333,5</b>	<b>\$ 9.436.306,2</b>		<b>\$ 2.706.462,2</b>	<b>\$ 4.024.322</b>	<b>\$ 1.317.859,9</b>

Tabla 10.4.1-3: VAN. Fuente: elaboración propia.

Luego, se procede al cálculo de la TIR. Dicha tasa es interna por ser propia del flujo, a diferencia del VAN que se debe definir una tasa externa (tasa de descuento). La TIR muestra el rendimiento esperado de la inversión. Esta hace que el VAN sea cero lo que nos indica la tasa máxima de descuento a la que se puede exponer el laboratorio implementando el proyecto de mejora sin perder dinero con la inversión.

Se reúnen así los indicadores en la tabla 10.4.1-4:

INDICADORES ECONÓMICOS	
VAN	\$1.317.859,9
TIR	65.11%
B/C	1,49

Tabla 10.4.1-4: Indicadores económicos de rentabilidad.

Fuente: elaboración propia.

Los indicadores muestran que el proyecto no solo cubre la inversión en cuanto al costo de las propuestas para el depósito y GPA, de traslado de los EC y UC para la puesta en marcha, sino que también cubre los costos estimados de traslado de muestras entre UE. Es entonces que adicionalmente a la cobertura de egresos, el proyecto de inversión brinda un beneficio a valor actual de \$731.709,8 dentro del horizonte de tiempo de 5 años, habiéndose considerado casos pesimistas en las mejoras.

Finalmente, se calcula el tiempo en el que se recupera la inversión mediante los flujos acumulados actuales, dando que el mismo surge a partir del tercer año. Se tiene así en la tabla 10.4.1-5 y figura 10.4.1-6:

Año	Flujo de efectivo neto actualizado	Flujo de efectivo neto acumulado
0	-2.521.334,5	-2.521.334,5
1	1.294.596,3	-1.226.737,18
2	950.403,7	-276.333,74
3	698.849,9	422.516,19
4	514.934,9	937.451,18
5	380.408,7	1.317.859,9
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.317.859,9</b>	

Tabla 10.4.1-5: flujo efectivo neto acumulado. Fuente: elaboración propia.

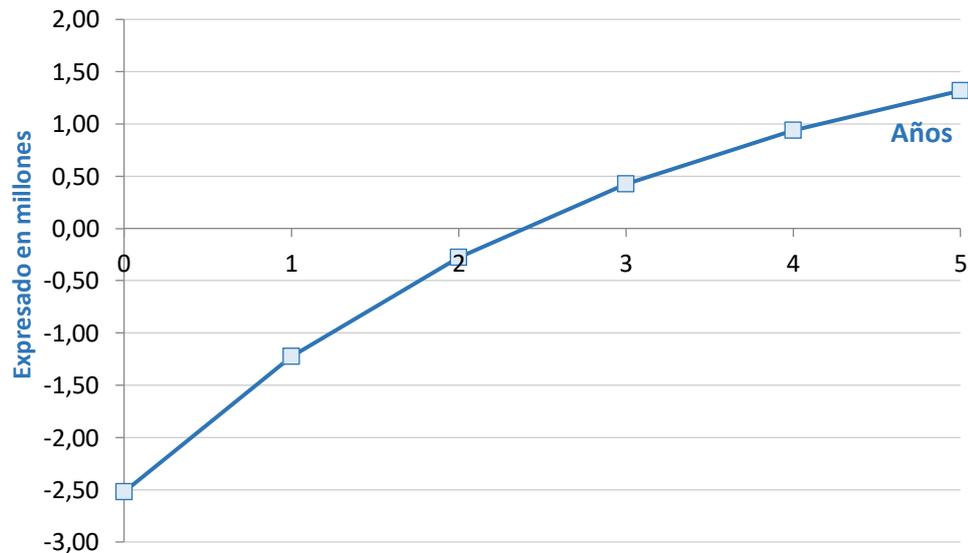


Figura 10.4.1-6: grafica de flujo efectivo neto acumulado. Fuente: elaboración propia.

Un factor adicional que apoya a la evaluación económica efectuada anteriormente es que para el Laboratorio llevar adelante el proyecto es un requerimiento, puesto que los estudios realizados en la etapa de diagnóstico evidencian problemáticas con necesidad de ser resueltas.





## CAPÍTULO 11. CONCLUSIÓN

---



A través de los factores de la producción, se desarrolló un *checklist* que permitió detectar los inconvenientes del laboratorio dando por resultado 3 importantes áreas con enfoque en la continuidad y trazabilidad del flujo: el método (40%), la ubicación (20%) y la interacción con el cliente (16%).

Con el objeto de dar solución, y a partir de la exigencia del Laboratorio por ampliar sus capacidades, se logra determinar cuáles áreas del Laboratorio separar junto a una propuesta de distribución de sus equipos y unidades críticas.

Se alcanza a determinar que los EC y UC son factibles de ser distribuidas en cada UE y se estableció donde recibir y expedir las muestras para dar paso a tratar el sector conflictivo detectado en el diagnóstico: el almacén.

Se diseñó una GPA contemplando: donde almacenar y como almacenar (equipos y configuración del almacén) junto a los requerimientos funcionales para el desarrollo del sistema.

Se alcanza el objetivo de solución de los cuellos de botella a través de los mix de codificación, metodologías de ingreso y de despacho de muestras.

Finalmente, se incluyeron indicadores y apartados de calidad con autoevaluación que permiten el seguimiento y control para la mejora continua del sistema.

A lo largo de la realización de este proyecto, el Laboratorio decide trasladar las áreas al PTLC y posee gran interés en continuar evaluando las propuestas para la mejora en la GPA. El mismo obtuvo oficialmente en enero del 2021 la acreditación de ensayos de Seguridad Eléctrica, Compatibilidad Electromagnética y Calibración de instrumentos de medición por parte del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) en su nueva sede operativa.





## CAPÍTULO 12. RECOMENDACIONES

---



En primera instancia, frente a los cambios propuestos para el Laboratorio, se recomienda tomar los cuidados necesarios para asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2005 siendo de suma importancia mantener la acreditación con el OAA.

Se debe considerar que un cambio en la resolución o una evolución en el mercado puede traer como consecuencia grandes modificaciones en los ensayos realizados. En el caso en que el laboratorio aumente considerablemente los trabajos exclusivos para EE y por consiguiente la cantidad de traslados, se debe analizar como una posibilidad comenzar a recibir dichas muestras en la UE1 con su correspondiente adaptación.

Teniéndose en cuenta el crecimiento constante del Laboratorio en las diversas muestras ensayadas, se recomienda (en adición al trabajo de distribución de áreas ya efectuado en 2021) continuar y tomar acciones en el desarrollo de una eficiente GPA siendo crucial para el ahorro de tiempos, así como la continuidad y trazabilidad del flujo mismo.

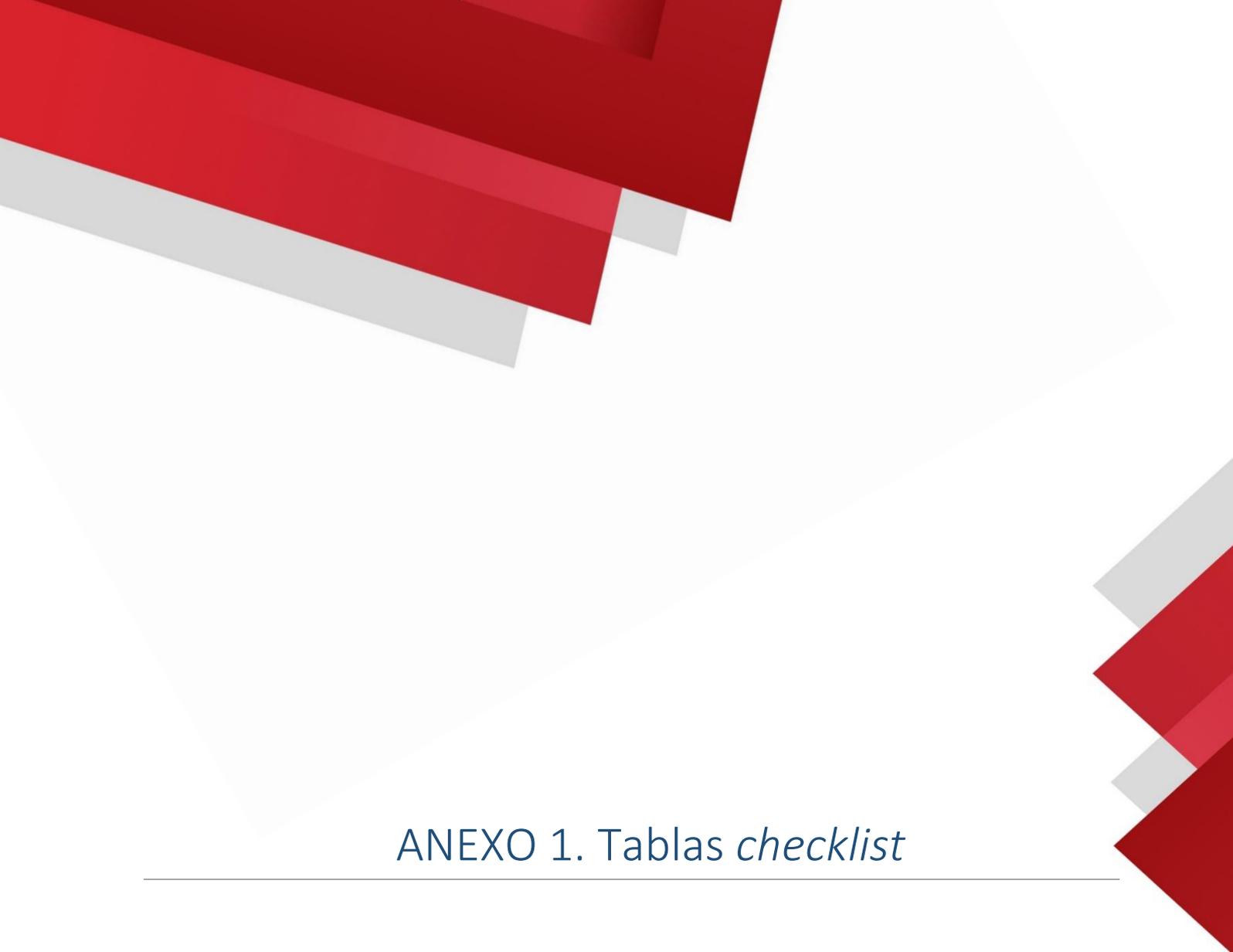




## CAPÍTULO 13. ANEXOS

---





ANEXO 1. Tablas *checklist*

---



## 1- Área almacenaje: Factor material, personal y edificio

CHECK LIST DE FACTORES CRITICOS PARA LOS FLUJOS DE LAS MUESTRAS										
Área/Departamento:		Clasif.:	A: Absolutamente relevante							
Fecha			I: Importante							
Analista			U: No importante							
Coordinador/Encargado		Factores a tener en cuenta							Consideraciones observables	
Relevamiento de información		Material	Equipos	Personal	Movimiento	Esperas	Servicios	Edificio		
Relevancia										
Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR MATERIAL-PERSONAL-EDIFICIO								
ALMACENES	¿Cantidad de almacenes?									
	Porcentaje aproximado de muestras destinadas a el área de:	Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración					
	Almacenamiento según las áreas e identificación de las capacidades	Almacén 1	Muestras almacenadas							
		RECEPCION	Tipo y capacidad en uso							
			Capacidad disponible							
		Almacén 2	Muestras almacenadas							
		DEPOSITO PARA ENSAYO	Tipo y capacidad en uso							
			Capacidad disponible							
		Almacén 3	Muestras almacenadas							
		ENSAYOS FINALIZADOS	Tipo y capacidad en uso							
			Capacidad disponible							
		Almacén 4	Muestras almacenadas							
		DEPOSITO INTERMEDIO	Tipo y capacidad en uso							
			Capacidad disponible							
		Almacén 5	Muestras almacenadas							
		DEPOSITO SUBSUELO	Tipo y capacidad en uso							
	Capacidad disponible									

Tabla 1.1: Checklist almacén. Fuente: elaboración propia.

### 1- Área almacenaje: Factor material, personal y edificio (continuación)

		Almacén	F. A	C. S.	P.M.	Id. R y S	R.C.	A.	
	COMPROBACIÓN DEL OBJETIVO DE LOS EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO (estanterías u otros)	1							F.A: Fácil Acceso C.S: Capacidad Sufic. P. M: Protecc. Mat. Id. R y S: Identif. rápida y segura R. C: Rapidez en el conteo A: Ajustable
		2							
		3							
		4							
		5							
	Espacio por debajo								
	Espacio por encima								
	Distancia de pasillos								
	Localización de las muestras en cada almacén	Almacén 1	Almacén 2	Almacén 3	Almacén 4	Almacén 5			
EL MATERIAL SE ENCUENTRA	¿Seguro?								
	¿Inventariado?								
	¿En orden o secuencia?								
	¿A salvo de personal inexperto?								
	¿Fácil de hacer una inspección ligera?								
ACCESOS DEL PERSONAL AL ALMACEN	¿Por qué razones se accede a cada almacén?	Almacén 1	Almacén 2	Almacén 3	Almacén 4	Almacén 5			
	¿Cantidad promedio de acceso al día?								
RE TRABAJOS	¿Almacenaje de piezas a re trabajar?								
	¿Cantidades de piezas re trabajadas mes?								
BLOQUEOS	¿Bloqueando salidas?								
SEGÚN DEPARTAMENTO		Seg. Eléctrica		Eficiencia Energética		Comp. Electrom.		Calibración	
	¿Mayor frecuencia en tipo de muestras ensayadas?								
	¿Mayor peso y tamaño?, frecuencia								
	¿Menor peso y tamaño?, frecuencia								

Tabla 1.2: Checklist almacén. Fuente: elaboración propia.

### 1- Área almacenaje: Factor movimiento y equipos almacén "n"

Cuestionario gral. al personal y observaciones		FACTOR MOVIMIENTO -EQUIPOS ALMACEN "N"				Consideraciones observables
	Rampas, escaleras,etc.					
EQUIPO MOVIMIENTO MATERIALES	EQUIPO	Capacidad	Tamaño	Frec. Uso	Cant.	
MANIPULACIONES	Dejar material donde recoja otro					
	¿Quién descarga los equipos?					
Comprobar logro objetivo de manipulación:						
	Evitar retrocesos o cruces en manip.					
	Evitar confusiones y demoras					
	Evitar distancias largas					
	Evitar movimientos extras manipulación					
	Evitar viajes extras, puede cargarse 1 vez					
	Evitar esfuerzos físicos innecesarios					
	Evitar consumo tiempo en dejar y recoger					
	Evitar equipos superfluos					

Tabla 1.3: Checklist almacén. Fuente: elaboración propia.

### 1- Área almacenaje: Factor retrasos - esperas

Cuestionario gral al personal y observaciones		FACTOR RETRASOS - ESPERAS				Consideraciones observables
ESPERAS		ALMACEN 1	ALMACEN 2	ALMACEN 3	ALMACEN 4	
	Tiempo promedio estadía muestras					

Tabla 1.4: Checklist almacén. Fuente: elaboración propia.

## 2- Área SE, EE y CE: Factor material

CHECK LIST DE FACTORES CRITICOS PARA LOS FLUJOS DE LAS MUESTRAS									
Área/Departamento:		Clasif.:	A: Absolutamente relevante						
Fecha			I: Importante						
Analista			U: No importante						
Coordinador/Encargado y cargo		<b>Factores a tener en cuenta</b>						<b>Consideraciones observables</b>	
Relevamiento de información		Material	Equipos	Personal	Movimiento	Esperas	Servicios	Edificio	
Relevancia									
Cuestionario general al personal y observaciones		<b>FACTOR MATERIAL</b>							
<b>MUESTRA EN PROCESO</b>	¿Qué tipo de muestras se ensayan?								
	¿Cómo?								
	¿Mov. desde-hasta? (almacén a lugar de trabajo es realizado por:)	Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración				
	¿Quién?								
	¿Cuándo?								
	¿Existen rechazos?								
	¿Inspecciones?								
	¿Esperas?								
	¿Retrasos?								
	¿Herramientas al alcance? ¿En condiciones?								
<b>INSUMOS</b>	¿Se ha retrasado algún ensayo por carencia de insumos?								
<b>FINALIZACION TAREA</b>	<b>CONDICIONES</b>	Pasa	Suspendida	StandBy	Destrucción				
	¿Dónde continua el flujo de la muestra bajo las siguientes condiciones?								
<b>RE-TRABAJOS</b>	¿Es frecuente que se realicen mal los procedimientos de ensayo?								
	¿Por qué suceden?								

Tabla 2.1: Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

## 2- Área SE, EE y CE: Factor material (continuación)

EL MATERIAL SE ENCUENTRA	¿Bloqueando salidas?				
SEGÚN DEPARTAMENTO		Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración
	¿Mayor frecuencia en tipo de muestras ensayadas?				
	¿Mayor peso y tamaño?, frecuencia				
	¿Menor peso y tamaño?, frecuencia				

Tabla 2.1 (continuación): Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos del apartado *según departamento* en la tabla 2.1, se pueden obtener de la tabla 1.2 al analizar el almacén. Sin embargo, se considera relevante cotejar la información brindada por el área técnica para garantizar una mayor fidelidad de los datos.

## 2- Área SE, CE y EE: Factor equipos, máquinas y herramientas

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR EQUIPOS/MAQUINAS/HERRAMIENTAS	Consideraciones observables
<b>EQUIPO</b>			
Dimensiones			
Peso			
Mantenimiento	¿Se encuentra en condición?		
	¿Cada cuanto tiempo?		
	¿Duración del mismo?		
Capacidad	¿Falta mas capacidad?		
	¿Ociosidad?		
<b>HERRAMIENTAS</b>	¿Fundamentales?		
	¿Se encuentran en condiciones?		
	¿Dónde se guardan?		

Tabla 2.2: Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

## 2- Área SE, EE y CE: Factor personal

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR PERSONAL				Consideraciones observables
Operadores	¿Cuántos operadores hay?					
	¿Se precisan de mas?					
	¿Cant. ensayos por operador?	Estándares a cumplir por operario (mes)	Real por operario (mes)	Terminados en tiempo (mes)	Ensayos no terminados a tiempo (mes)	
	¿Todos los operadores pueden realizar cualquier tipo de ensayo o se necesita una capacitación?					
	¿Se detienen ensayos para hacer otros trabajos? ejemplos					
¿Hay operarios que trabajen en mas de un ensayo?	¿Motivo?	¿Genera algún problema?				
Supervisores	¿Cuántos supervisores hay?					
	¿Cada cuanto se hacen inspección de trabajo?					

Tabla 2.3: Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

## 2- Área SE, EE y CE: Factor movimientos y esperas

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR MOVIMIENTO				Consideraciones observables
	Rampas, escaleras, etc.					
<b>EQUIPO MOVIMIENTO MATERIALES</b>	<b>EQUIPO</b>	Capacidad	Tamaño	Frec. Uso	Cant.	
<b>MANIPULACIONES</b>	Dejar mat donde recoja otro					
	¿Aprovechar la gravedad?					
<b>Comprobar logro objetivo de manipulación:</b>						
	Evitar retrocesos o cruces en manip.					
	Evitar confusiones y demoras					
	Evitar distancias largas					
	Evitar movimientos extras manipulación					
	Evitar viajes extras, puede cargarse 1 vez					
	Evitar esfuerzos físicos innecesarios					
	Evitar consumo tiempo en dejar y recoger					
	Evitar equipos superfluos					

Tabla 2.4: Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR ESPERAS				Consideraciones observables
<b>ESPERAS</b>		Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración	
	¿Lugar de espera de ensayos antes del comienzo del proceso?					
	¿Existen esperas durante operaciones?, ¿cuales?					
	Zona almacenaje material durante ensayo					
	Zona almacenaje material saliente (terminado)					

Tabla 2.5: Checklist SE, EE y CE. Fuente: elaboración propia.

### 3- Área Calibración: Factor material

CHECK LIST DE FACTORES CRITICOS PARA LOS FLUJOS DE LAS MUESTRAS								
Área/Departamento:		Clasif.:	A: Absolutamente relevante					
Fecha			I: Importante					
Analista			U: No importante					
Coordinador/Encargado y cargo		<b>Factores a tener en cuenta</b>					<b>Consideraciones observables</b>	
Relevamiento de información		Material	Equipos	Personal	Movimiento	Esperas	Servicios	Edificio
Relevancia								
Cuestionario general al personal y observaciones		<b>FACTOR MATERIAL</b>						
<b>MUESTRA EN PROCESO</b>	¿Qué tipo de muestras se ensayan?							
	¿Cómo?							
	¿Mov. desde-hasta? (almacén a lugar de trabajo es realizado por:)	Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración			
	¿Quien?							
	¿Cuándo?							
	¿Existen rechazos?							
	¿Inspecciones?							
	¿Esperas?							
	¿Retrasos?							
	¿Herramientas al alcance?¿En condiciones?							
<b>INSUMOS</b>	¿Se ha retrasado algún ensayo por carencia de insumos?							
<b>FINALIZACIÓN DE TAREA</b>	Condiciones:	PASA			NO PASA			
	¿Dónde continua el flujo de la muestra bajo las siguientes condiciones?							

Tabla 3.1: Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

### 3- Área Calibración: Factor material (continuación)

EL MATERIAL SE ENCUENTRA	¿Bloqueando salidas?				
SEGÚN DEPARTAMENTO		Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración
	¿Mayor frecuencia en tipo de muestras ensayadas?				
	¿Mayor peso y tamaño?, frecuencia				
	¿Menor peso y tamaño?, frecuencia				

Tabla 3.1 (continuación): Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

### 3- Área Calibración: Factor equipos, máquinas y herramientas

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR EQUIPOS/MAQUINAS/HERRAMIENTAS	Consideraciones observables
<b>EQUIPO</b>			
Dimensiones			
Peso			
Mantenimiento	¿Se encuentra en condición?		
	¿Cada cuanto tiempo?		
	¿Duración del mismo?		
Capacidad	¿Falta mas capacidad?		
	¿Ociosidad?		
<b>HERRAMIENTAS</b>	¿Fundamentales?		
	¿Se encuentran en condiciones?		
	¿Dónde se las guarda?		

Tabla 3.2: Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

### 3- Área Calibración: Factor personal

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR PERSONAL				Consideraciones observables
Operadores	¿Cuántos operadores hay?					
	¿Se precisan de mas?					
	¿Cant. ensayos por operador?	Estándares a cumplir por operario (mes)	Real por operario (mes)	Terminados en tiempo (mes)	Ensayos no terminados a tiempo (mes)	
	¿Todos los operadores pueden realizar cualquier tipo de ensayo o se necesita una capacitación?					
	¿Se detienen ensayos para hacer otros trabajos?, ejemplos					
¿Hay operarios que trabajen en mas de un ensayo?	¿Motivo?	¿Genera algún problema?				
Supervisores	¿Cuántos supervisores hay?					
	¿Cada cuanto se hacen inspección de trabajo?					

Tabla 3.3: Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

### 3- Área Calibración: Factor movimiento y esperas

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR MOVIMIENTO				Consideraciones observables
	Rampas, escaleras, etc.					
<b>EQUIPO MOVIMIENTO MATERIALES</b>	<b>EQUIPO</b>	Capacidad	Tamaño	Frec. Uso	Cant.	
<b>Manipulaciones</b>	Dejar mat donde recoja otro ¿Aprovechar la gravedad?					
<b>Comprobar logro objetivo de manipulación:</b>						
	Evitar retrocesos o cruces en manip.					
	Evitar confusiones y demoras					
	Evitar distancias largas					
	Evitar movimientos extras manipulación					
	Evitar viajes extras, puede cargarse 1 vez					
	Evitar esfuerzos físicos innecesarios					
	Evitar consumo tiempo en dejar y recoger					
	Evitar equipos superfluos					

Tabla 3.4: Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

Cuestionario general al personal y observaciones		FACTOR ESPERAS				Consideraciones observables
<b>ESPERAS</b>		Seg. Eléctrica	Eficiencia Energética	Comp. Electrom.	Calibración	
	¿Lugar de espera de ensayos antes del comienzo del proceso?					
	¿Existen esperas durante operaciones?, ¿cuales?					
	Zona almacenaje material durante ensayo Zona almacenaje material saliente (terminado)					

Tabla 3.5: Checklist calibración. Fuente: elaboración propia.

### 4- Tabla calidad, principios sin

CALIDAD 5S Principio sin	¿Suciedad?		
	¿Objetos innecesarios?		
	¿Desorganización?		

Tabla 4.1: Checklist, principios sin de calidad evaluado en los sectores del Laboratorio. Fuente: elaboración propia.

### 5- Tabla aspectos generales

Observaciones y/o preguntas al personal de indole general		
<b>Seguridad de los operarios:</b>	<b>PREGUNTAS: obtenidas directamente del personal ; Predomina la observacion del analista</b>	
¿Operadores cerca de procesos u operaciones peligrosas?		
¿Materiales o maquinas sobresaliendo del area de trabajo?		
¿Se cumplimentan los codigos y reglamentos de seguridad?		
<b>CONDICIONES DE TRABAJO</b>		
Demaciado frio o calor		
Iluminacion pobre o inadecuada		
Areas mal ventiladas, polvo, basura, humo		
Ruidos molestos		
Vibraciones		
Lugar de trabajo demaciado bajo, alto o estrecho		
¿Una misma persona realiza los ensayos en una muestra o son varios distintos?, ¿Cual es tu opinion al respecto?		
<b>Condiciones que se dan en ambito de trabajo</b>		
Intimidado		
Encerrado o solo		
Desalentado		
Preocupado		
Existencia de preferencias		

Tabla 5.1: Checklist, aspectos generales en los sectores del Laboratorio. Fuente: elaboración propia.

### 5- Tabla aspectos generales (continuación)

<i>¿Existe alguna modificación en la organización de los materiales o herramientas que considere necesarias?</i>			
¿Existen pérdidas de tiempo, en búsqueda de herramientas o materiales?			
¿Deficiente condiciones de herramientas de trabajo?			
<b>Preguntas de elementos de Movimiento de Materiales</b>	¿Se considera el uso de pallets en equipos pesados?		
	¿Qué equipos poseen para el movimiento?, ¿considera alguna recomendación?		
	¿Como se mueven los equipos pesados?		
¿Alguna observación o comentario para agregar de cualquier tipo?			

Tabla 5.1 (continuación): Checklist, aspectos generales en los sectores del Laboratorio. Fuente: elaboración propia.

En la primera columna de la tabla 5.1, las preguntas en *cursiva* hacen referencia a consultas directas al personal del sector mientras que las restantes se realizan por observación en el área. Las filas resaltadas en gris corresponden a una influencia directa en la continuidad del flujo.





## ANEXO 2. Distribuciones

---



## 2.1 EC, UC del laboratorio y distribución actual

En la tabla ANEXO 2.1-1 se detallan los equipos críticos, unidades críticas y se muestra su distribución actual en la figura ANEXO 2.1-2:

Equipo SE	Cantidad
1. Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño mayor)	1
1.1. Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño menor)	2
2. Cámara de shock térmico	1
3. Cámara de polvo IP	1
4. (UC) Espacio de ensayo de fuego y llama	1
5. (UC) Cámara de ensayo luminarias	1
6. Freno hasta 2 [Kw]	1
7. Mesa de tensión resistida	1
Equipo EE	Cantidad
8. Freno 30 [Kw]	1
9. Esfera de Ulbricht	1
Equipo CE	Cantidad
10. Cámara semianecoica	1

Tabla ANEXO 2.1-1: descripción de equipos críticos<sup>1</sup>. Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> Se deja en claro que la cámara semianecoica se encontraba instalada al momento del análisis en la UE2. El freno de 30 [Kw] en la figura 2.1-2 se encuentra fuera del laboratorio dentro del departamento de ingeniería eléctrica.

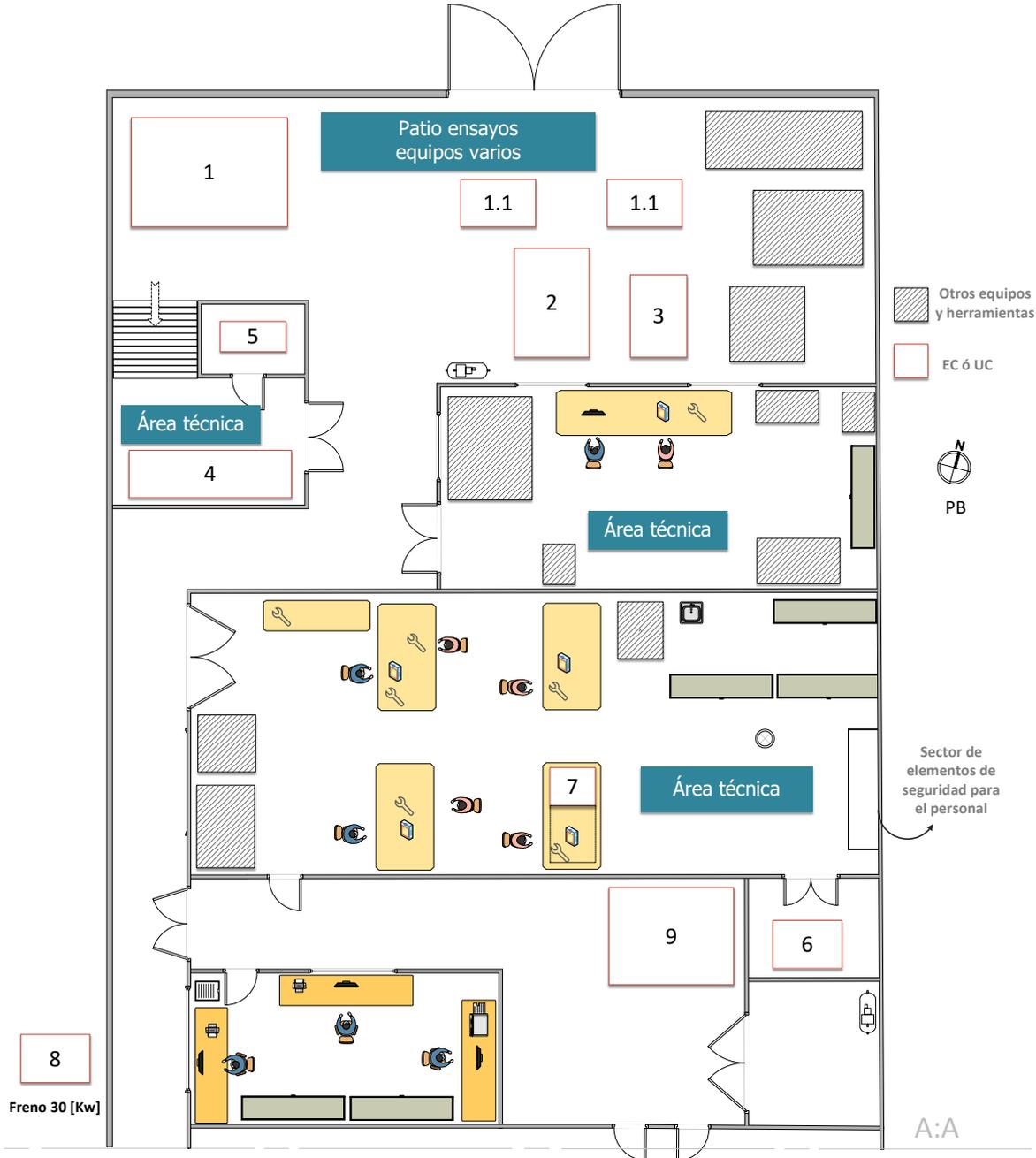


Figura ANEXO 2.1-2: disposición actual de los equipos críticos.  
Fuente: elaboración propia

## 2.2 Cálculo de requerimientos de espacio

- **Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño mayor - CHTAM)**

$$\Delta E_{\text{equipo}_1} = 2 \times 2 = 4 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_1} = (1 \times 1) = 1 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta \text{operador}_1 = 0$$

$$\Delta \text{eq. aux.}_1 = 1.2 \times 0.9 = 1.08 \text{ [m}^2\text{]}$$

- **Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado (tamaño medio - CHTAMe)**

$$\Delta E_{\text{equipo}_{1.1}} = 1.25 \times 1.25 = 1.56 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_{1.1}} = (1.25 \times 1.25) = 1.56 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta \text{operador}_{1.1} = (0.4 \times 1.25) \times 1 = 0.5 \text{ [m}^2\text{]}$$

- **Cámara de shock térmico**

$$\Delta E_{\text{equipo}_2} = 1.75 \times 0.75 = 1.31 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_2} = (0.75 \times 0.75) = 0.56 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta \text{operador}_2 = (0.4 \times 0.75) \times 1 = 0.3 \text{ [m}^2\text{]}$$

- **Cámara de polvo IP**

Calculado en el ejemplo inciso 5.6

### **Equipo auxiliar compartido (equipos 1.1, 2 y 3)**

$$\Delta \text{eq. aux.}_{1.1;2;3} = 1.2 \times 0.9 = 1.08 \text{ [m}^2\text{]}$$

- **Espacio de ensayo de fuego y llama**

$$\Delta E_{\text{equipo}_4} = 1.2 \times 0.8 = 0.96 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_4} = 0$$

$$\Delta \text{operador}_4 = (0.4 \times 1.2) \times 1 = 0.48 \text{ [m}^2\text{]}$$

$\Delta \text{eq. aux.}_4 = 0$  ; el equipo auxiliar es colocado debajo de la superficie de la estación de trabajo.

- **Cámara de ensayo de luminarias**

$$\Delta E_{\text{equipo}_5} = 2.2 \times 1.1 = 2.42 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_5} = 0$$

$$\Delta \text{operador}_5 = 0$$

- **Freno de hasta 2 [Kw]**

$$\Delta E_{\text{equipo}_6} = 0.8 \times 0.55 = 0.44 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_6} = 0$$

$$\Delta \text{operador}_6 = (0.4 \times 0.8) \times 2 + (0.4 \times 0.55) = 0.86 \text{ [m}^2\text{]}$$

➤ **Mesa de tensión resistida**

$$\Delta E_{\text{equipo}_7} = 1.8 \times 1 = 1.8 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_7} = 0$$

$$\Delta o_{\text{operador}_7} = (0.4 \times 1.8) \times 1 = 0.72 \text{ [m}^2\text{]}$$

➤ **Freno de hasta 40 [Kw]**

$$\Delta E_{\text{equipo}_8} = 1.05 \times 0.6 = 0.63 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_8} = 0$$

$$\Delta o_{\text{operador}_8} = (0.4 \times 1.05) \times 2 + (0.4 \times 0.6) = 1.08 \text{ [m}^2\text{]}$$

➤ **Esfera de Ulbricht**

Por experiencia:  $\Delta E_{\text{equipo}_9} + \Delta D_{\text{equipo}_9} = 4.5 \text{ [m}^2\text{]}$

$$\Delta o_{\text{operador}_9} = 0$$

➤ **Cámara semianecoica**

$$\Delta E_{\text{equipo}_{10}} = 6 \times 3 = 18 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\Delta D_{\text{equipo}_{10}} = 0$$

$$\Delta o_{\text{operador}_{10}} = 0$$

### 2.3 Diseño de requerimientos de espacio

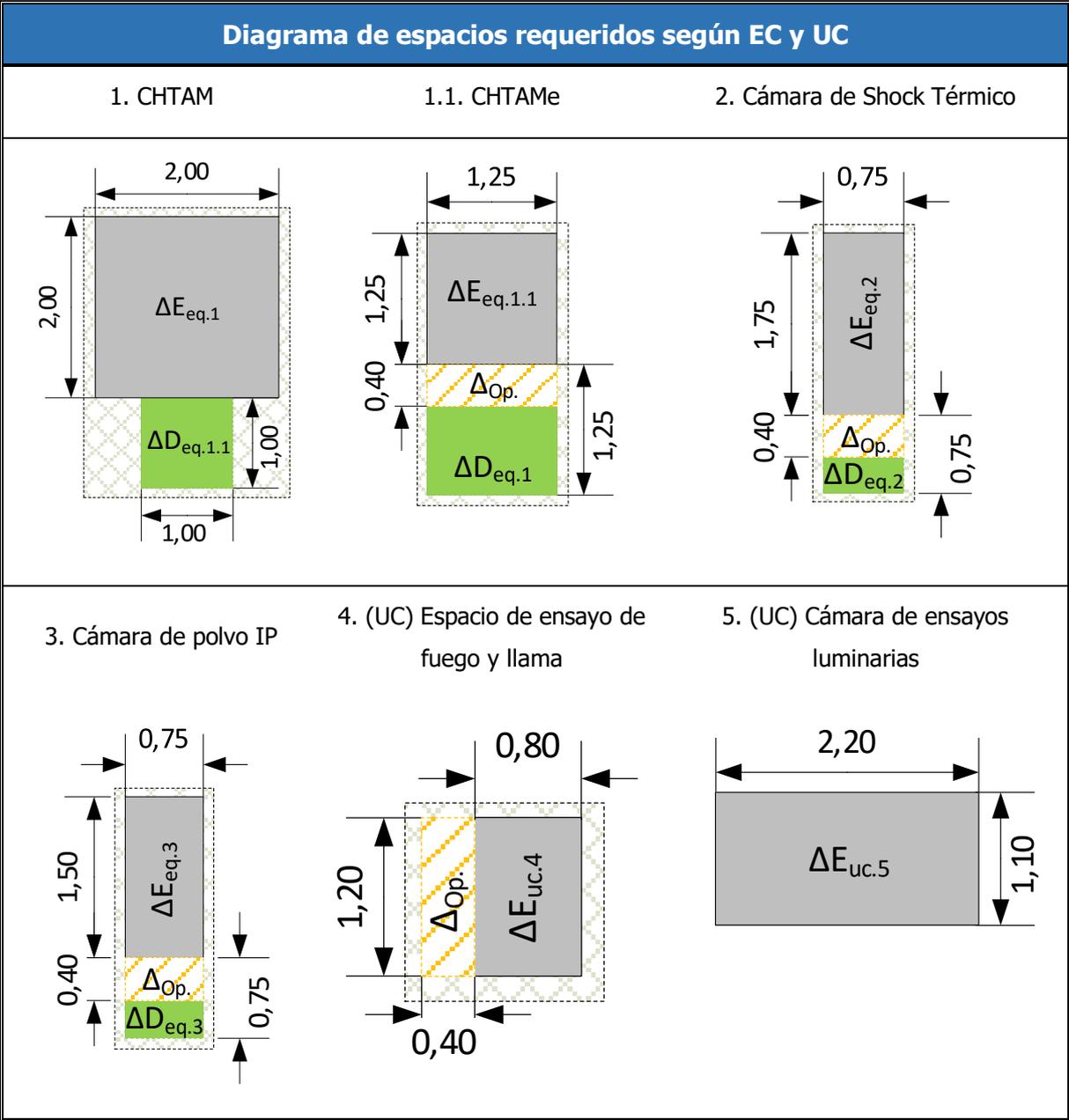


Tabla ANEXO 2.2-1. diseño del requerimiento de espacio para EC y UC. Fuente: elaboración propia

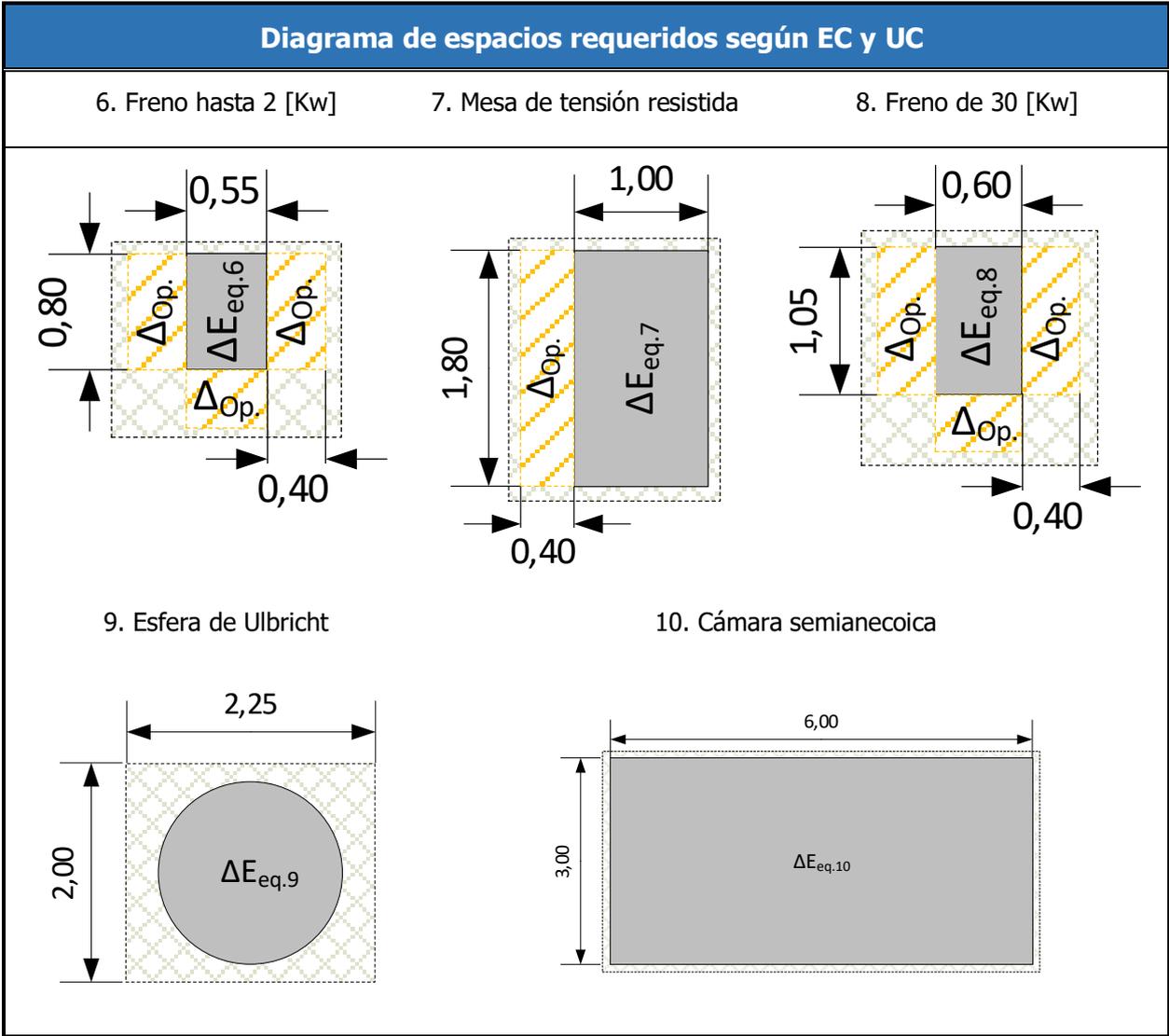


Tabla ANEXO 2.2-2: diseño del requerimiento de espacio para EC y UC. Fuente: elaboración propia

## 2.3.1 Hoja requerimiento espacio SE

Organización:		LAMYEN	Formulado:		JIMC	Departamento:		SE	Fecha		Hoja 1:3	
						Áreas [m <sup>2</sup> ]						
Estación de trabajo	Nº	Equipo auxiliar	A [m]	P [m]	Movimientos de la estación	ΔEeq. aux.	ΔEequipo	ΔDequipo	Δop.	Sub total	Adición 10%	Total
1. CHTAM	1	Aire comprimido	2	2	Puerta	1.08	4	1	0	6.08	0.608	6.68
1.1 CHTAMe	2	Aire comprimido <sup>1</sup>	1.25	1.25	Puerta	1.08	1.56	1.56	0.5	3.62	0.362	3.98
2. Cámara impacto y shock térmico	1		1.75	0.75	Puerta		1.31	0.56	0.3	2.17	0.217	2.39
3. Cámara de polvo IP	1		0.75	1.5	Puerta		1.12	0.56	0.3	1.98	0.198	2.18
4. Espacio fuego y llama (UC)	1	Garrafa de gas	1.2	0.8	-	0	0.96	-	0.48	1.44	0.144	1,58
5. Cuarto de ensayo Iluminaria (UC)	1	-	2.3	1.2	-	-	2.76	-	-	2.76	-	2.76
6. Freno 2 [Kw]	1	-	0.8	0.55	-	-	0.44	-	0.86	1.3	0.13	1.43
7. Mesa de tensión resistida	1	-	1.8	1	-	-	1.8	-	0.72	2.52	0.25	2.77

Tabla ANEXO 2.3-1: requerimientos de espacio de SE para EC y UC en la UE2. Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup> Equipo auxiliar compartido, su cálculo se tiene en cuenta aparte.

## 2.3.2 Hoja requerimiento espacio EE

Organización:		LAMYEN	Formulado:		JIMC	Departamento:		EE	Fecha		Hoja		2:3
						Área [m <sup>2</sup> ]							
Estación de trabajo	Nº	Equipo auxiliar	A [m]	P [m]	Movimientos de la estación	ΔEeq. aux.	ΔEequipo	ΔDequipo	Δop.	Sub total	Adición 10%	Total	
8. Freno de 30 [Kw]	1	-	1.05	0.6	-	-	0.63	-	1.08	1.71	0.171	1.88	
9. Esfera de Ulbrich	1	-	2.25	2	Apertura del equipo	-	4.5 <sup>2</sup>	-	-	4.5	0.45	4.95	

Tabla ANEXO 2.3-2: requerimientos de espacio de EE para EC en la UE2. Fuente: elaboración propia.

## 2.3.4 Hoja requerimiento espacio CE

Organización:		LAMYEN	Formulado:		JIMC	Departamento:		CE	Fecha		Hoja		3:3
						Área [m <sup>2</sup> ]							
Estación de trabajo	Nº	Equipo auxiliar	A [m]	P [m]	Movimientos de la estación	ΔEeq. aux.	ΔEequipo	ΔDequipo	Δop.	Sub total	Adición 10%	Total	
10. Cámara semianecoica	1	-	6	3	-	-	18	-	-	18	19.8	19.8	

Tabla ANEXO 2.3.4: requerimientos de espacio de CE para EC en la UE2. Fuente: elaboración propia.

<sup>2</sup> Por experiencia, un espacio de 4.5 [m<sup>2</sup>] permite la disposición del equipo y la apertura del mismo.

## 2.4 Vista general distribución propuesta UE1

En la Figura ANEXO 2.4-1 se observa la disposición propuesta para la UE1. En números, la denominación que tendrá el CBr para cada sector; números en rojo sectores de almacenamiento y números en verde los sectores técnicos.

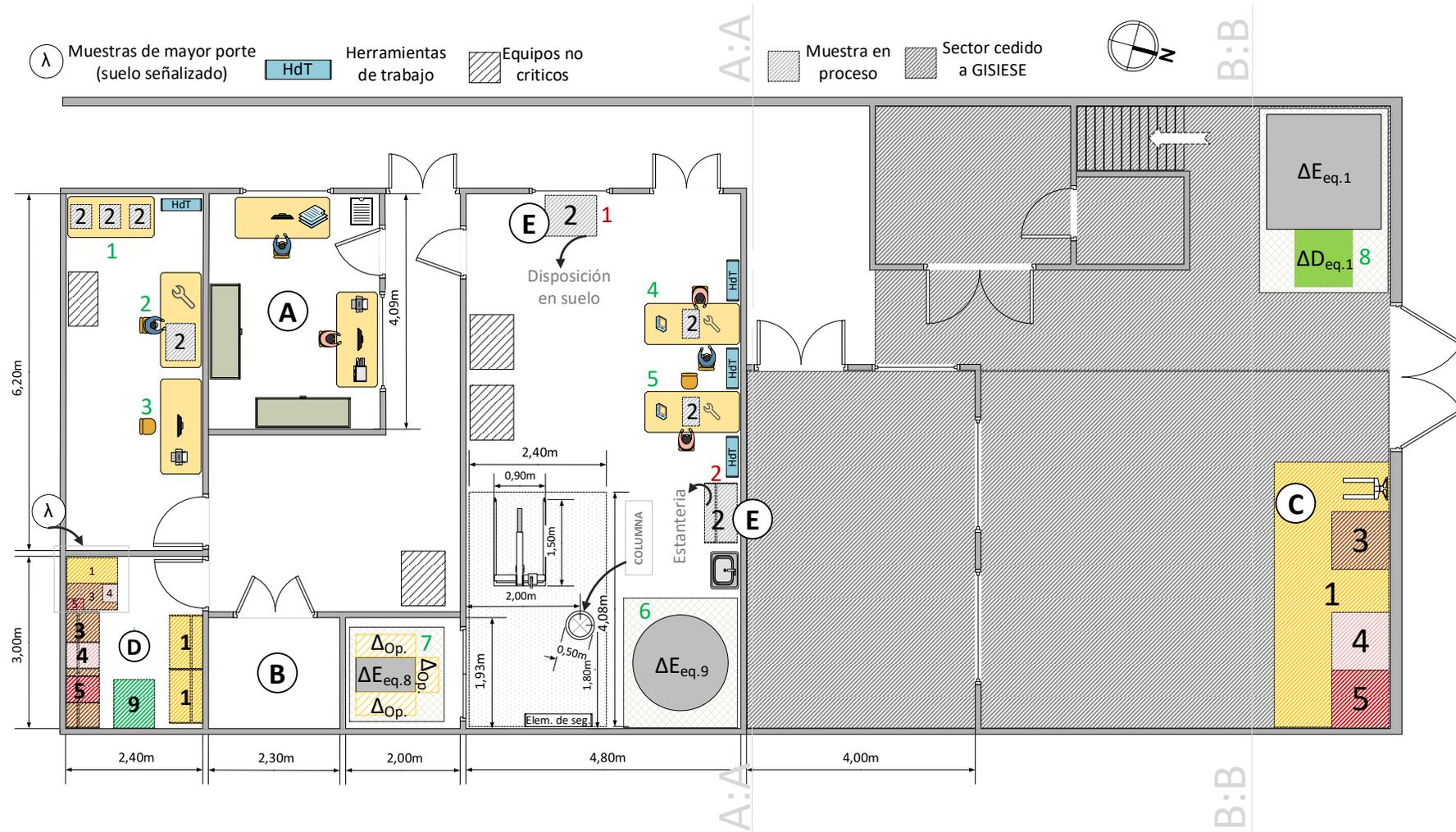


Figura ANEXO 2.4-1: disposición propuesta en la UE1. Fuente: elaboración propia.

### 2.4.1 Diagrama de circulación en almacén UE1

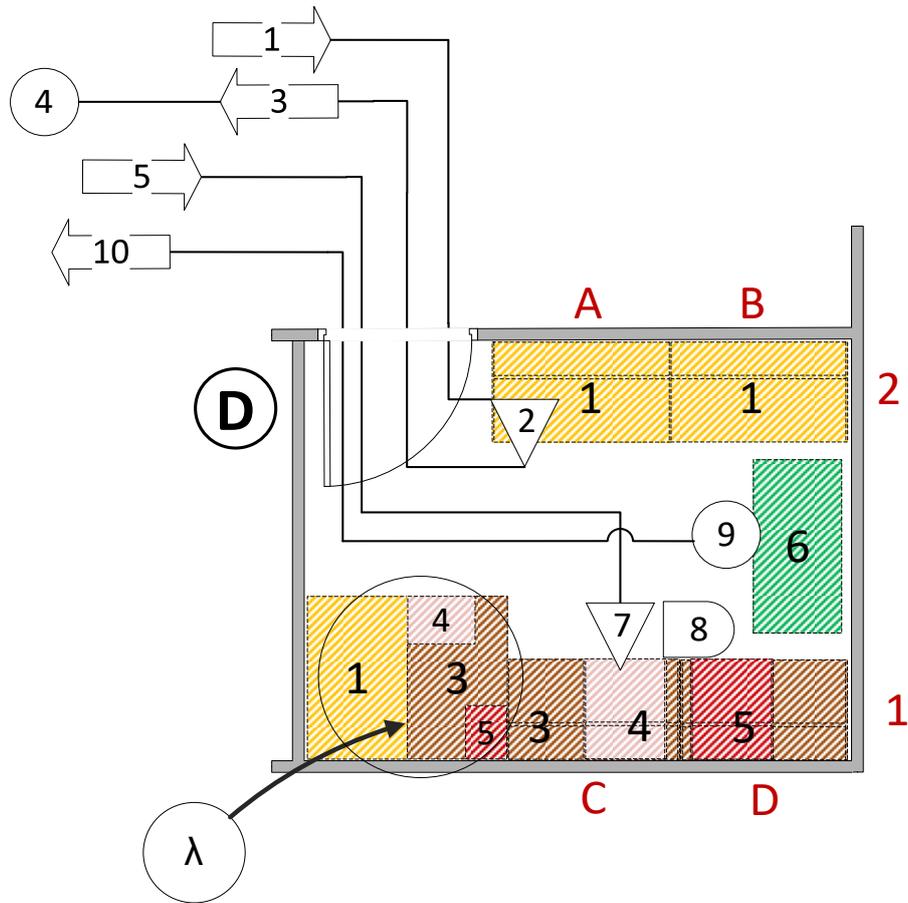


Figura ANEXO 2.4.1-1: diagrama de circulación en el almacén UE1.

Fuente: elaboración propia.

Para el equipo CHTAM de SE que se encuentra en la UE1, continua la misma secuencia de operaciones con la diferencia de que el flujo será el siguiente:

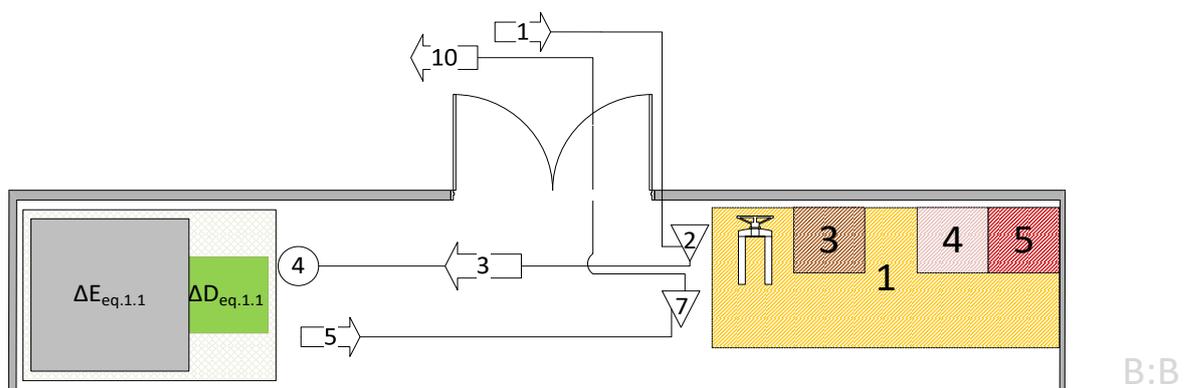


Figura ANEXO 2.4.1-2: diagrama de circulación para cámara climática de SE en la UE1.

Fuente: elaboración propia

## 2.5 Vista general distribución propuesta UE2



Figura ANEXO 2.5-1: disposición final propuesta en la UE1. Fuente: elaboración propia.

## 2.5.1 Diagrama de circulación y medidas del almacén UE2

### 2.5.1.1 Alternativa 1 planta baja: estanterías móviles

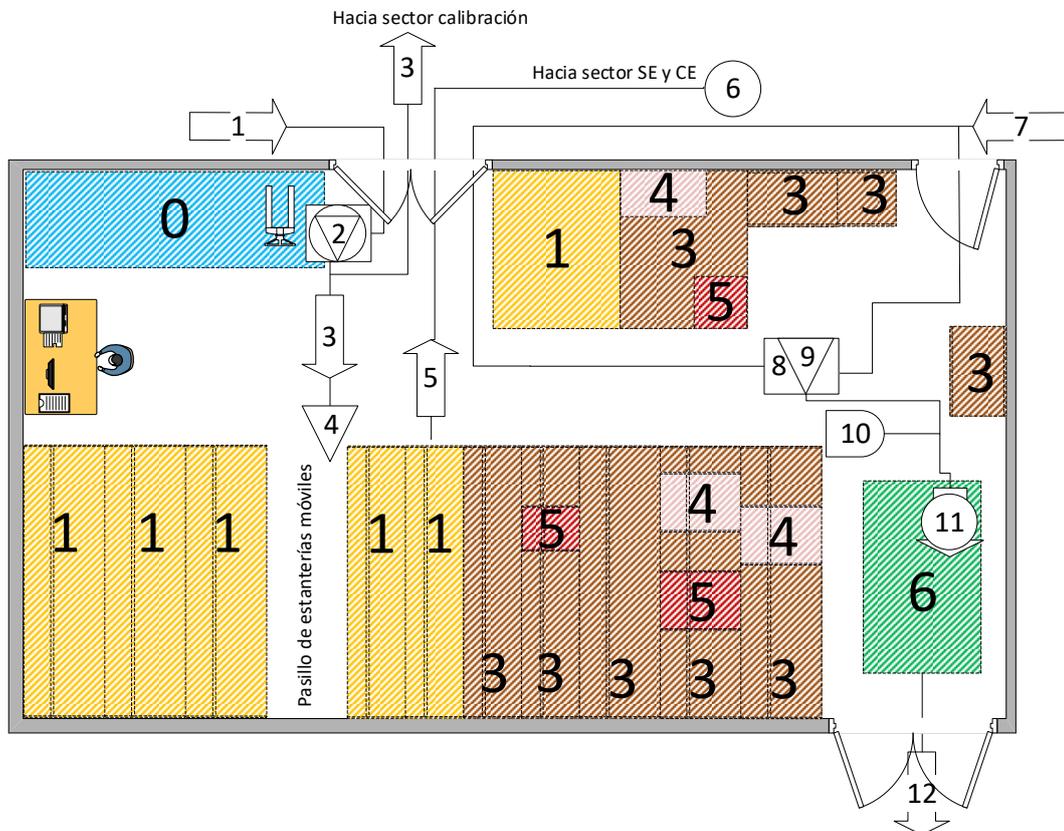


Figura ANEXO 2.5.1.1-1: diagrama de circulación almacén UE2, alternativa 1. Fuente: elaboración propia.

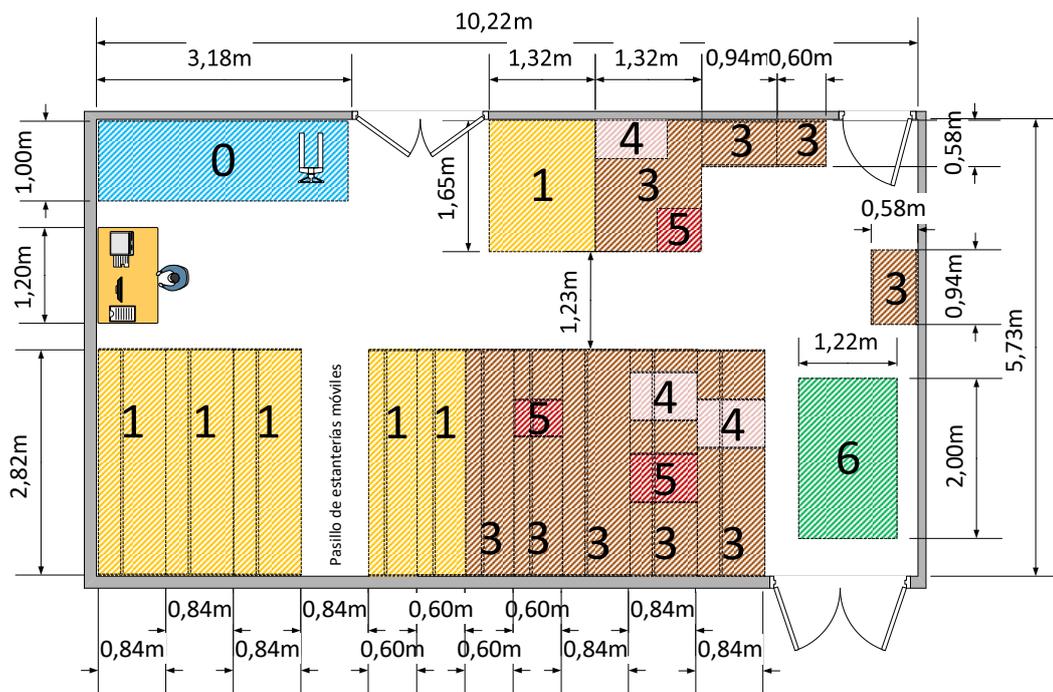


Figura ANEXO 2.5.1.1-2: medidas del equipamiento para el almacén UE2, alternativa 1. Fuente: elaboración propia.

2.5.1.2 Alternativa 1 planta alta

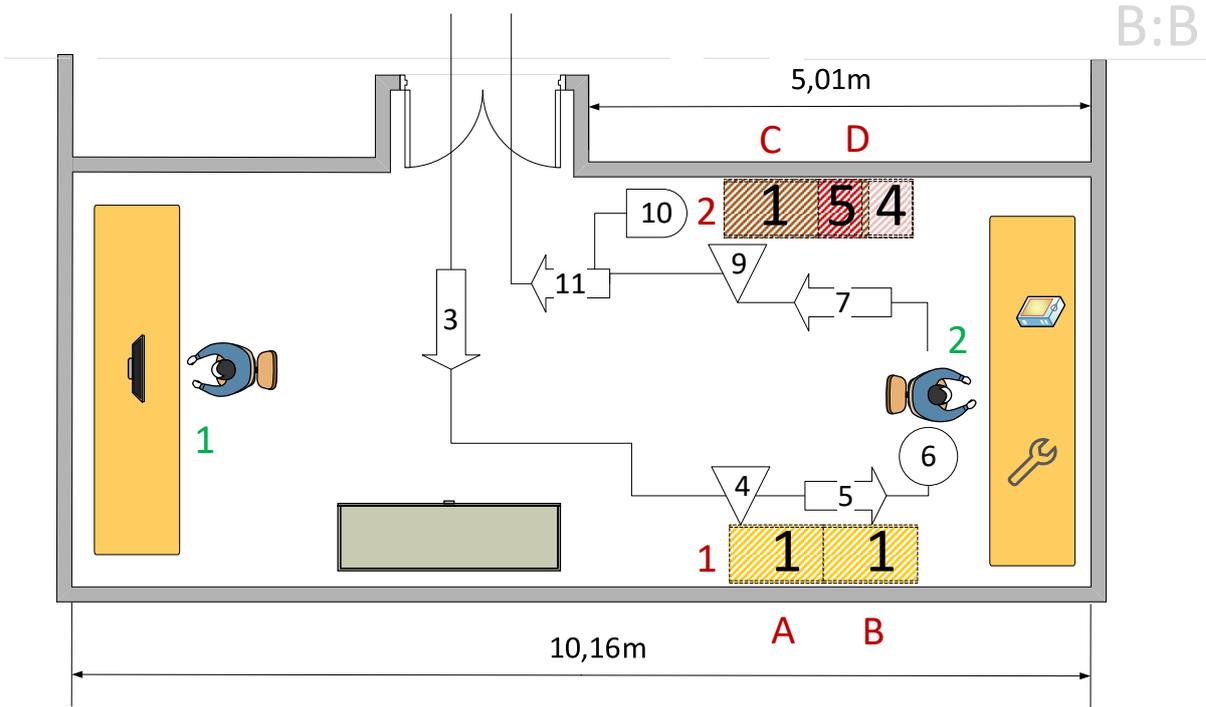


Figura ANEXO 2.5.1.2-1: diagrama de circulación calibración, 1er piso - UE2.  
Fuente: elaboración propia.

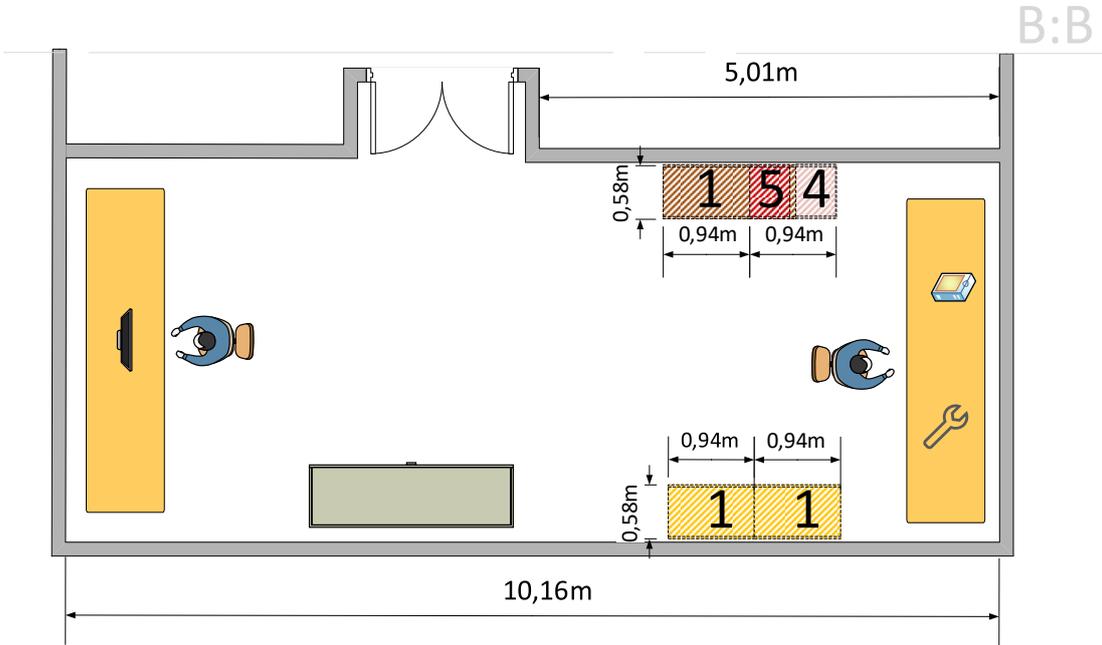


Figura ANEXO 2.5.1.2-2: sector calibración 1er piso, alternativa 1. Medidas del almacenamiento  
Fuente: elaboración propia.

### 2.5.1.3 Alternativa 2 planta baja: estanterías fijas

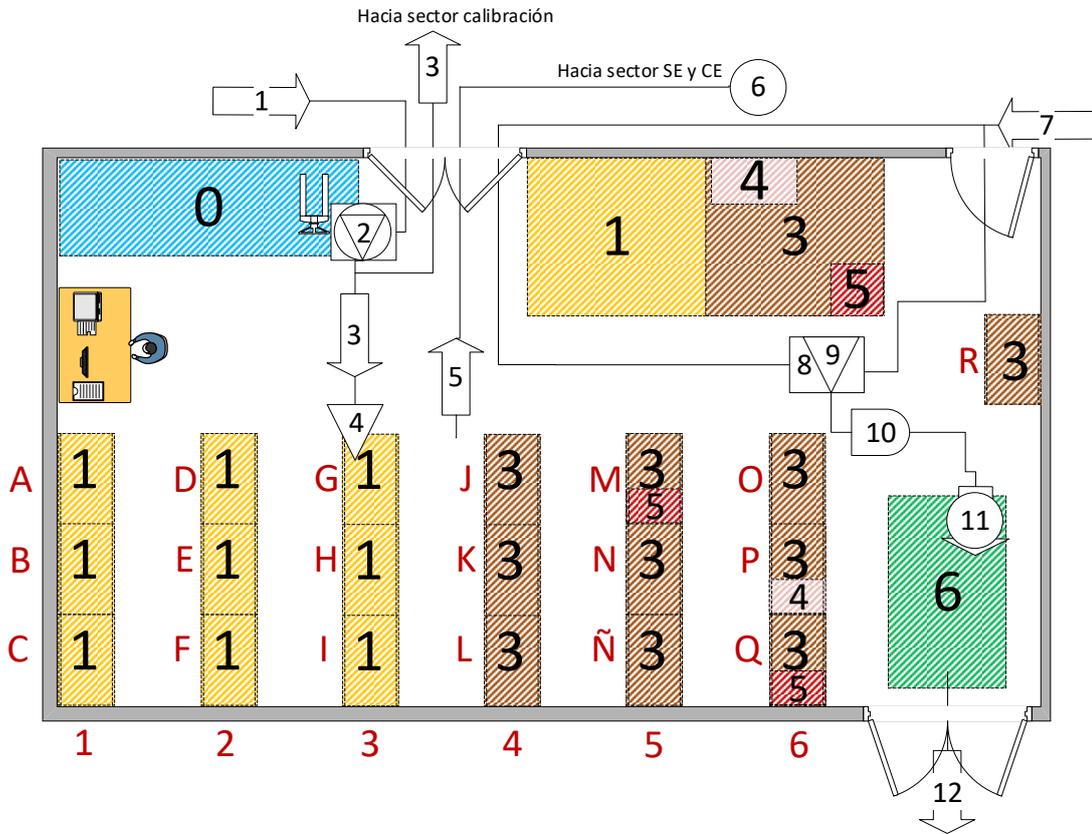


Figura ANEXO 2.5.1.3-1: diagrama de circulación almacén UE2, alternativa 2. Números y letras en rojo indican la posición a la que hace referencia el CBr. Fuente: elaboración propia.

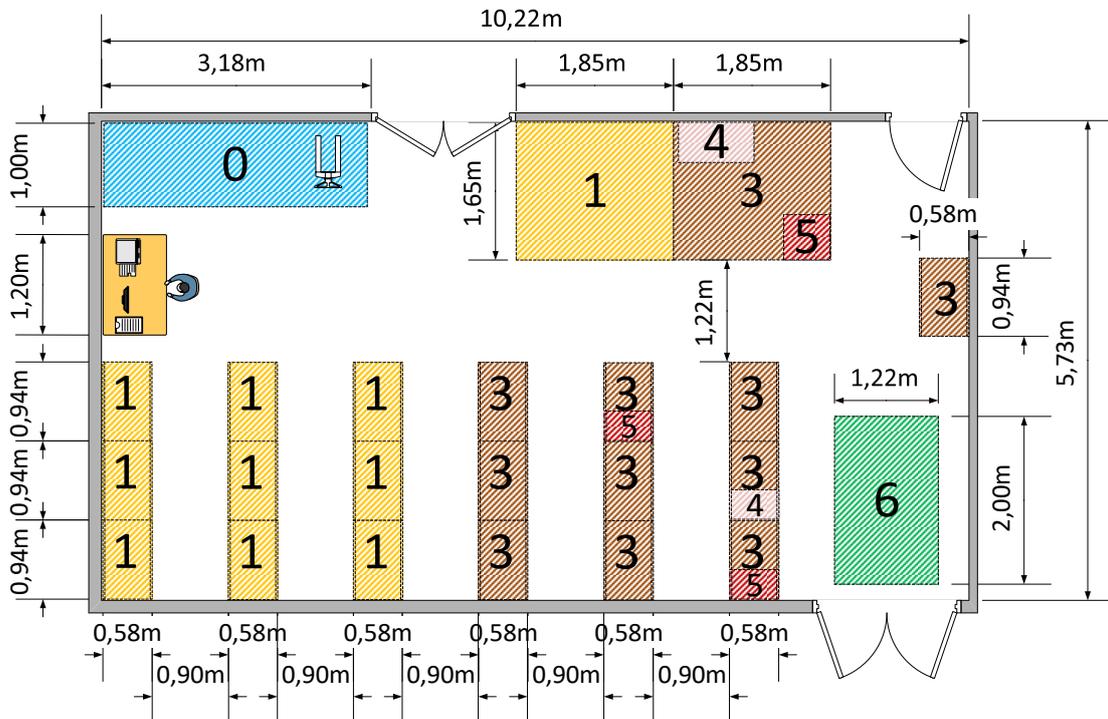


Figura ANEXO 2.5.1.3-2: medidas del equipamiento para el almacén UE2, alternativa 2. Fuente: elaboración propia.



## ANEXO 3. GPA

---



### 3.1 Base de datos del GPA para la trazabilidad

#### 3.1.1 Actual: sistema GESCAL

Cliente	Nº Ensayo	Operador asignado	Ensayos	Fecha ingreso remito	Estado	Fecha carga de estado	Cantidad días en ultimo estado	Fin de la muestra	Fecha fin	Cantidad días dentro del laboratorio	TR emitido
13	16954	OP2	EE	x	Finalizada	X			x	x	SI
7	16963	OP10	SE	x	Recibido	X			x	x	
14	16975	OP3	SE	x	Standby	X			x	x	
9	16976	OP7	SE	x	Finalizada	X			x	x	
54	16982	OP13	CE	x	Finalizada	X			x	x	
8	16986	OP4	CE	x	Suspendida	X		Devolución	x	x	
5	16988	OP6	CA	x	Finalizada	x			x	x	SI
7	16992	OP10	SE	x	Suspendida	x			x	x	
5	16993	OP5	SE	x	Finalizada	x			x	x	SI
1	17001	OP5	SE y EE	x	En proceso	x	13		x	x	
1	17002	OP2	SE y EE	x	Recibido	x			x	x	
13	17003	OP5	SE	x	Standby	x			x	x	
3	17004	OP1	SE	x	Suspendida	x			x	x	
67	17005	OP7	SE	x	En proceso	x	29	Devolución	x	x	
2	17006	OP5	SE	x	Recibido	x			x	x	
12	17007	OP6	SE	x	En proceso	x	16	Devolución	x	x	
9	17008	OP5	CE	x	Recibido	x			x	x	
23	17009	OP4	SE	x		x		Devolución	x	x	
13	17010	OP2	EE	x	Recibido	x			x	x	
22	17011	OP9	SE	x	En proceso	x	3	Devolución	x	x	


 Continua

Tabla ANEXO 3.1.1: datos para la trazabilidad de las últimas 30 muestras relevadas como referencia del sistema GESCAL. Fuente: elaboración propia.

Cliente	Nº Ensayo	Operador asignado	Ensayos	Fecha ingreso remito	Estado	Fecha carga de estado	Cantidad días en ultimo estado	Fin de la muestra	Fecha fin	Cantidad días dentro del laboratorio	TR emitido
14	17012	OP9	SE	x	En proceso	x	3	Devolución	x	x	
35	17013	OP9	SE	x	En proceso	x	3	Devolución	x	x	
8	17014	OP3	CE	x	En proceso	x	18		x	x	
3	17015	OP1	SE	x	En proceso	x	6		x	x	
2	17016	OP11	CA	x	En proceso	x	9		x	x	
46	17017	OP4	CA	x	En proceso	x	15		x	x	
10	17018	OP12	SE	x	Recibido	x			x	x	
4	17019	OP3	SE	x	En proceso	x	23		x	x	
3	1-17004	OP1	SE	x	En proceso	x	22		x	x	
67	17020	OP8	SE	x	Recibido	x			x	x	

Tabla ANEXO 3.1.1 (continuación): datos para la trazabilidad de las últimas 30 muestras relevadas como referencia del sistema GESCAL. Fuente: elaboración propia.

*Como se puede observar en la tabla 3.1.1, la trazabilidad se puede estimar de manera ineficiente a partir de los estados que asume la muestra e inferir en que almacén podría estar. Al momento de ser relevado los datos, solo se conocen la cantidad de días que han estado siendo ensayadas y no dentro de cada depósito; celdas en color gris. Las cruces en las columnas fecha son colocadas para mantener la confidencialidad del Laboratorio.*

## 3.1.2 Propuesto

Para la base de datos que contendrá el GPA propuesto se tienen en cuenta los intercambios con el personal del depósito, la tabla 8.4.1-1 y lo detallado a lo largo del proyecto. Dicha base de datos para la trazabilidad se puede ver en la tabla 3.1.2-1 (como usuario ADMIN) donde se modifican o incluyen columnas al actual. Los puntos por destacar son:

- ✓ Se define el *tipo de muestra* para seguir un ordenamiento en las estanterías para ensayo del almacenamiento.
- ✓ Se incluye *última modificación usuario* para identificar el que usuario tuvo último contacto con la muestra.
- ✓ Las columnas ubicación referenciadas con fondo color naranja, se completan automáticamente cuando se lee el código QR y el CBr del sector.
- ✓ Las columnas RI final y TR emitido incluyen un archivo .JPG que representan digitalmente la documentación física.
- ✓ Se releva la información del cliente sobre el fin de la muestra para su *caracterización*.
- ✓ Si no se define, la columna *acción* indicará *contactar* a partir del ingreso en *depósito para ensayos*.

Para facilitar la comprensión, en la parte inferior de la figura 3.1.2-1 siguiendo el orden de las columnas de izquierda a derecha se puede observar quienes modifican cada información a través del código QR, CBr o el ingreso con enlace web y de qué manera se actualiza. Esto puede seguirse en paralelo con el diagrama UML del inciso 8.4.3 que permite al programador seguir el modelo para el desarrollo del sistema.

Por último, se incluyen ejemplos de 3 casos importantes que pueden suceder. Para otros casos, el programador podrá hacer uso del diagrama UML como lectura de requerimientos funcionales:

- ✓ El equipo 17020 detalla cómo es el ingreso de una nueva muestra. Al ingresar la solicitud del cliente en el sistema, este automáticamente crea un enlace para el número de muestra y lo guarda en la base de datos para ser impreso posteriormente con el código QR. Se observa que el acta arribó, pero no así la muestra por lo que el sistema nos arroja *NO CARACT.* y la acción la alerta de *contactar*.
- ✓ El equipo 17010 muestra que sucede en el indicador si se cambia uno o más de los siguientes:
  - La caracterización: cambia la columna *acción* y *definida*.
  - La columna UE: si la muestra debe ser trasladada (estado *a trasladar*), cambia la columna *acción* dependiendo en qué UE se encuentra al momento.
  - Si la muestra está caracterizada, el estado: para *despachar* o *destrucción* y la *fecha TR* ingresada y/o *fecha terminado*: cambia la columna *acción*.
- ✓ El equipo 16988 posee su TR emitido, pero pasa del estado *finalizado* al corregir su RI sin tener su caracterización, por lo que se comienza a definir la misma (símbolo "-" en la tabla ANEXO 3.1.2-1) y el tiempo que toma esta tarea es el  $T_{\text{caract.}}$  siendo uno de los factores que se busca reducir a cero.

Cliente	Nº Ensayo	Operador asignado	Acceso QR	Tipo muestra	Ensayos	Fecha finalización tentativa	Fecha remito	Disponibles		Fecha ingreso al depósito para ensayos
								Muestra	Acta	
13	16954	OP2	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	EE	###	###	x	x	###
7	16963	OP10	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
14	16975	OP3	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
9	16976	OP7	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
54	16982	OP13	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Inmunidad ca	CE	###	###	x	x	###
8	16986	OP4	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Inmunidad so	CE	###	###	x	x	###
5	16988	OP6	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Multímetros y	CA	###	###	x	x	###
7	16992	OP10	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
5	16993	OP5	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
1	17001	OP5	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Motores eléct	SE y EE	###	###	x	x	###
1	17002	OP2	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Motores eléct	SE y EE	###	###	x	x	###
13	17003	OP5	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	SE	###	###	x	x	###
3	17004	OP1	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
67	17005	OP7	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	SE	###	###	x	x	###
2	17006	OP5	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	SE	###	###	x	x	###
12	17007	OP6	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
9	17008	OP5	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Inmunidad ra	CE	###	###	x	x	###
23	17009	OP4	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	SE	###	###	x	x	###
13	17010	OP2	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Equipos elect	EE	###	###	x	x	###
22	17011	OP9	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
14	17012	OP9	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
35	17013	OP9	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
8	17014	OP3	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Inmunidad so	CE	###	###	x	x	###
3	17015	OP1	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
2	17016	OP11	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Pinzas amper	CA	###	###	x	x	###
46	17017	OP4	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Vatímetros	CA	###	###	x	x	###
10	17018	OP12	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Luminarias	SE	###	###	x	x	###
4	17019	OP3	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
3	1-17004	OP1	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE	###	###	x	x	###
67	17020	OP8	<a href="https://.../user">https://.../user</a>	Maquinas y he	SE				x	



A: Almacen  
JFT: Jefe técnico  
Op: Operador

Crea o modifica principalmente	Comercial	Comercial	JFT	SOFTWARE	Comercial	JF T	JF T	A	A	A	A
Como completa	Manual al sistema vía web	Manual al sistema vía web	Manual al sistema vía web	Al ingresarla al sistema y generar QR	Manual al sistema web	Manual al sistema via web	Manual al sistema via web	Manual QR o web	Manual QR o web	Manual QR o web	Automático lectura QR y CBr

Tabla ANEXO 3.1.2-1: propuesta de base de datos para la trazabilidad contemplando las últimas 30 muestras relevadas del sistema GESCAL. Fuente: elaboración propia.

Urgente	Caracterización	Fecha comienzo trabajos área técnica	Fecha ingreso depósito finalizado	Días hasta ingresar	Definida	Estado	Solicitud contra muestra	Cantidad días en último estado	Ultima modificación usuario
	Devolución	###	###	2		Para despachar		5	Almacén Op1
	Devolución	###	###	1		Para ensayo		6	Almacén Op2
	Devolución	###	###	2		Stand By		12	Jefe técnico
	Devolución	###	###	2		Finalizada		9	Operador 7
	Destrucción	###	###	2		Destrucción		7	Operador 13
	Devolución	###	###	3		Suspendida		2	Jefe técnico
		###	###	4	NO CARACT.	-		13	Almacén Op1
x		###	###	5	NO CARACT.	Suspendida		9	Jefe técnico
	Devolución	###	###	4		Para despachar		3	Almacén Op1
		###	###	3	NO CARACT.	En proceso		13	Operador 2
	Destrucción	###	###	4		A trasladar		2	Jefe técnico
	Destrucción	###	###	2		Stand By		3	Operador 5
	Devolución	###	###	1		Suspendida	Esp. contr. Muest.	12	Jefe técnico
x	Devolución	###	###	1		En proceso		29	Operador 7
	Devolución	###	###	1		Para ensayo		16	Almacén Op2
	Devolución	###	###	2		En proceso		16	Operador 6
	Devolución	###	###	3		Para ensayo		7	Almacén Op2
	Devolución	###	###	2		Sin ingresar al sistema		4	Almacén Op1
x		###	###	2	NO CARACT.	A trasladar		2	Jefe técnico
	Devolución	###	###	4		En proceso		3	Operador 9
	Devolución	###	###	4		En proceso		3	Operador 9
	Devolución	###	###	4		En proceso		3	Operador 9
	Devolución	###	###	6		En proceso		18	Operador 3
	Destrucción	###	###	6		En proceso		6	Operador 1
	Destrucción	###	###	1		En proceso		9	Operador 11
		###	###	2	NO CARACT.	En proceso		5	Operador 4
	Devolución	###	###	4		Para ensayo		9	Almacén Op2
	Devolución	###	###	4		En proceso		23	Operador 3
x	Devolución	###	###	4		En proceso		22	Operador 1
					NO CARACT.	Sin ingresar al sistema			



JFT	A	Op	A u Op	SOFTWARE	A, Op o JFT	JFT	SOFTWARE	SOFTWARE
Manual al sistema via web	Manual QR o web	Automático lectura QR y CBr	Automático lectura QR y CBr	Sistema	Manual QR o web	Manual al sistema web	Automático Sistema	Automático Sistema QR

Tabla ANEXO 3.1.2-1 (continuación): propuesta de base de datos para la trazabilidad contemplando las últimas 30 muestras relevadas del sistema GESCAL.

Fuente: elaboración propia.

UBICACION							Cantidad días dentro del laboratorio	RI final	TR emitido	Fecha TR emitido	Fecha respuesta cliente sobre la caracterización	Días hasta definir caracterización	Fecha terminado	Acción
UE	LUGAR	Estantería	Columna	Fila	Puesto trabajo	Suelo								
1	Almacén	2	C	2			***	.JPG	.JPG	###			###	TERMINADO
2	Almacén	3	G	1			***							
2	Almacén	5	M	3			***							
2	Almacén	4	K	2			***	.JPG						
2	Almacén	4	L	1			***	.JPG	.JPG	###				Destrucción
2	Almacén	6	P	2		Suelo	***	.JPG	.JPG	03-04-21	12-04-21	9		Contactar
2	Almacén	5	M	2			***	.JPG						Contactar
2	Almacén	6	P	4			***	.JPG	.JPG	###				Devolución
2	Técnica				4		***							Contactar
2	Almacén					Suelo	***							Trasladar UE1
2	Almacén					Suelo	***							
2	Almacén	4	L	1			***	.JPG						
2	Dep. Proceso	2	D	2			***							
2	Almacén					Suelo	***							
2	Técnica				4		***							
2	Almacén	3	H	2			***							
2	Almacén	1	C	4			***							
1	Almacén	3	H	3			***	.JPG						Trasladar UE2 y Contactar
2	Técnica				3		***							
2	Técnica				3		***							
2	Técnica				3		***							
2	Técnica					Suelo	***							
2	Técnica				1.3		***							
2	Técnica				2.1		***							
2	Técnica				2.3		***							Contactar
2	Almacén	3	G	1			***							
2	Técnica				1.1		***							
2	Técnica				1.7		***							
														Contactar

| A u Op                      | SOFTWARE           | Op        | JFT             | JFT             | A               | SOFTWARE           | A                           | SOFTWARE           |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| Automático lectura QR y CBr | Automático Sistema | Manual QR | Manual al sist. | Manual al sist. | Manual web o QR | Automático Sistema | Automático web o lectura QR | Automático Sistema |

Tabla ANEXO 3.1.2-1 (continuación): propuesta de base de datos para la trazabilidad contemplando las últimas 30 muestras relevadas del sistema GESCAL.

Fuente: elaboración propia.



## ANEXO 4. Imágenes del LAMYEN

---



## 4.1 Imágenes

A modo de referencia, se incluyen en las figuras 4.1-1 a 4.1-9 solo aquellas imágenes que no afectan a la confidencialidad del Laboratorio



Figura ANEXO 4.1-1: equipo esfera de Ulbricht.

Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-2: se aprecia de fondo el equipo blanco de CHAM y el automóvil del Laboratorio.

Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-3: equipo CHATAME.  
Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-4: equipo cámara de polvo IP.  
Fuente: elaboración propia



Figura ANEXO 4.1-5: muestra, motor de inducción.  
Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-6: se observa la necesidad de aplicar los principios sin de calidad.  
Fuente: elaboración propia.

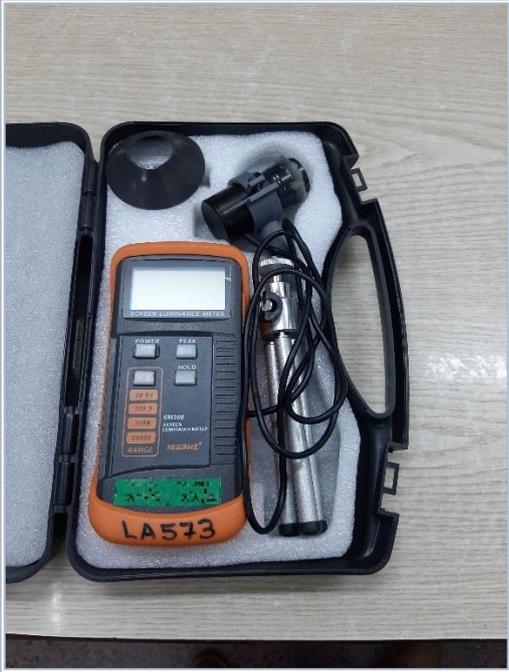


Figura ANEXO 4.1-7: equipo luminancímetro.  
Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-8: equipo cámara de shock térmico.  
Fuente: elaboración propia.



Figura ANEXO 4.1-9: equipo freno de 30 [Kw].  
Fuente: elaboración propia.





## ANEXO 5. Bibliografía

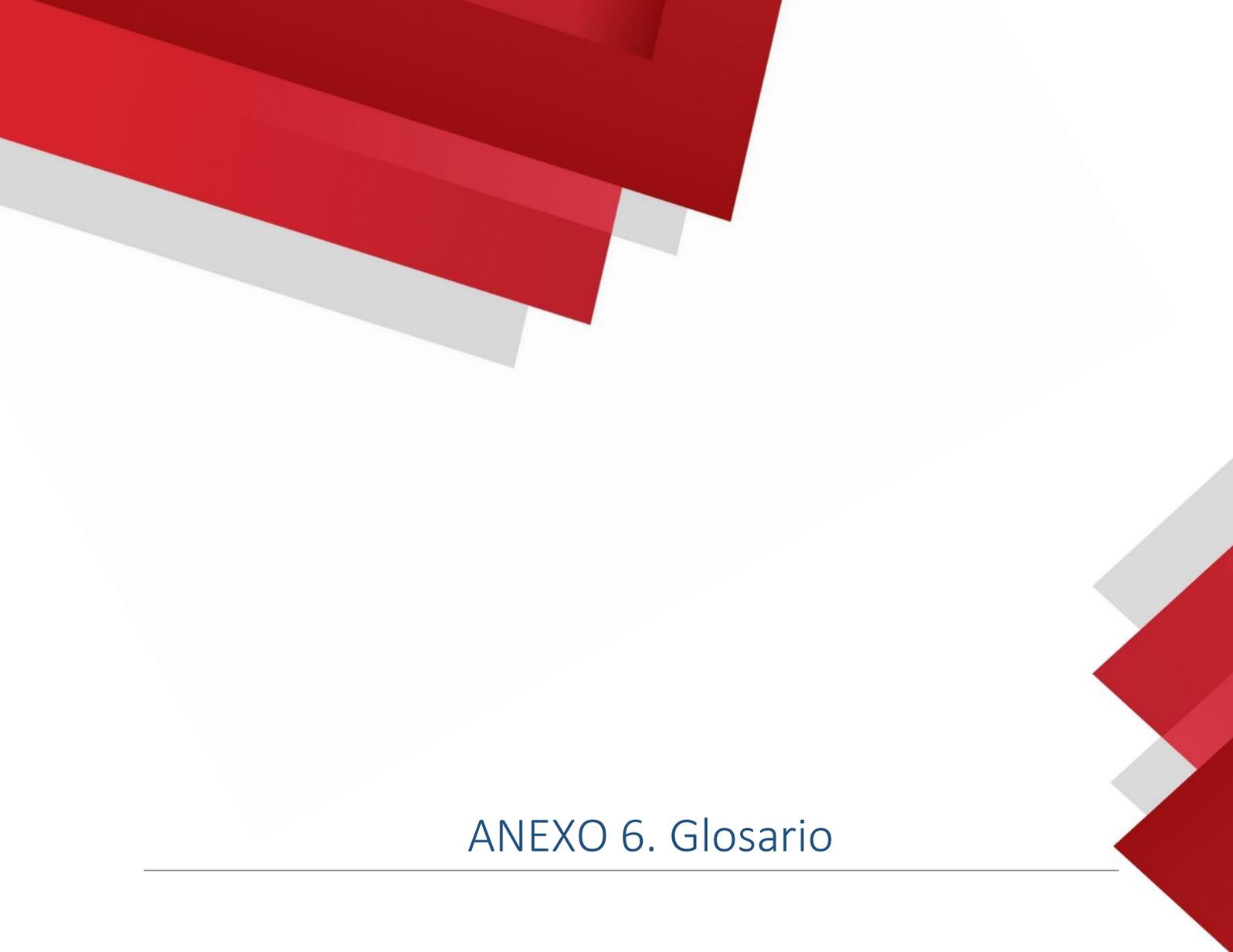
---



## 5.1 Bibliografía

- CÁMARA EMPRESARIA DE OPERADORES LOGÍSTICOS (CEDOL). Los costos ocultos y contingentes de la actividad logística. Año: 2016. Argentina: Editor CEDOL.
- HEIZER JAY – RENDER BARRY. Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas. (Undécima edición). Año: 2015. Madrid: Editorial Pearson.
- MACHUCA JOSE A. DOMÍNGUEZ. Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Año: 1995. Madrid: Editorial McGraw-Hill.
- MUTHER RICHARD. Distribución en planta. (Cuarta edición). Año: 1981. Barcelona: Editor Hispano Europea.
- NIEBEL BENJAMIN W. – FREIVALDS ANDRIS. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo. (Duodécima edición). Año: 2009. México: Editorial McGraw Hill.
- SABINO CARLOS A. Cómo hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos. (Edición ampliada). Año: 1998. Argentina: Editorial Lumen Humanitas.
- SAPAG CHAIN NASSIR– SAPAG CHAIN REINALDO. Preparación y evaluación de proyectos. (Quinta edición). Año: 2008. Colombia: Editorial McGraw Hill.
- HUGO MAXIMO CURA. Las "cinco S": una filosofía de trabajo, una filosofía de vida. Año 2003. Centro de recursos UCEMA.
- ISO 10014:2015. Gestión de la calidad - directrices para la obtención de beneficios financieros y económicos. Año 2015.
- PAUL HARMON – MARK WATSON. Entendiendo UML: La guía del desarrollador, con una aplicación java basada en web. Año 1998. México: Morgan Kauffman Publishers Inc.
- MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL. Manual de seguridad y salud en trabajos de baja tensión. Año 2014. Numero: 61. España: Editorial FREMAP.
- SABINO, C.A. Cómo hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos. (Segunda edición). Año 1993. Venezuela: Editorial Humanitas.
- Compañías que brindaron información presupuestaria:
  - SOTIC SA.
  - GRUAS Y TRANSPORTES SRL





## ANEXO 6. Glosario

---



## 6.1 Términos y abreviaturas

CA:	Calibración.
CB:	Cuello de botella.
CBr:	Código de barras.
CE:	Compatibilidad Electromagnética.
CHTAM:	Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado.
CHATAME:	Cámara de humedad, temperatura y ambiente controlado de menor porte.
Checklist:	Lista de comprobación de datos.
Cargas:	Muestras.
EC:	Equipos críticos.
EE:	Eficiencia Energética.
Estado:	Etapa del proceso de ensayo en que se encuentra la muestra.
GPA:	Gestión de proceso de almacenamiento.
LAMYEN:	Laboratorio de mediciones y ensayos.
Muestras:	En su mayoría equipos eléctricos para ensayos y/o calibración.
PB:	Planta baja.
PTLC:	Parque tecnológico litoral centro.
SE:	Seguridad eléctrica.
UC:	Unidad/es crítica/s.
UE:	Unidad ejecutora.
UE1:	Unidad ejecutora 1 (emplazada en la UTN FRSF).
UE2:	Unidad ejecutora 2 (emplazada en el PTLC).
UML:	"Unified Modeling Language" – (Lenguaje Unificado de Modelado).
RI:	Reporte interno. Indica en base a la corrección del ensayo si la muestra esta en standby, suspendida o <i>pasa</i> .
SS:	Subsuelo.
TR:	Test report. Es el producto de valor que entrega el LAMYEN. Indica los resultados del ensayo.

### Estados

#### Inicial, al momento del análisis:

- Recibido: la muestra se encuentra ingresada al sistema para ser ensayada.
- Iniciado (en proceso): la muestra comenzó ensayos.
- Finalizado: la muestra finalizo la etapa de los ensayos. Puede encontrarse suspendida o en standby.
- Standby: la muestra cuenta con un *no pasa* leve y aguarda correcciones.
- Suspendida: la muestra cuenta con un *no pasa* grave.
- Emitido: indica que se entrego el TR al cliente.
- Destrucción: indica que la muestra debe ser enviada a destrucción.

Propuesto:

- Sin ingresar al sistema: falta física del acta o muestra para comenzar el proceso de ensayos.
- Muestra a trasladar: a ser enviada a la UE1 o UE2 según corresponda.
- Muestra para ensayo: lista para comenzar el proceso de ensayo.
- Muestra en proceso: realizándose ensayos.
- Muestra finalizada: ensayos finalizados.
- Muestra en standby: ensayo con no pasa leve. Aguarda correcciones.
- Muestra suspendida: ensayo con no pasa grave. Aguarda correcciones.
- Muestra a destrucción: a ser enviada a destrucción.
- Muestra para despachar: a ser retirada por el cliente.

**Depósitos**Inicial, al momento del análisis:

- Depósito recepción (dentro del Laboratorio conocido como pre-depósito).
- Depósito para ensayos.
- Depósito ensayos finalizados (dentro del Laboratorio conocido como pre-depósito).
- Depósito intermedio.
- Depósito subsuelo.

Propuesto:

- UE1: se establecen espacios en sectores técnicos y dentro del único depósito.
  - Espacio muestras para ensayar.
  - Espacio muestras en proceso.
  - Espacio de ensayos finalizados:
    - Espacio muestras en standby.
    - Espacio muestras suspendidas.
  - Zona de preparación de pedidos.
  - CHTAM: espacio señalado en suelo para equipos de gran porte.
- UE2: Alternativa 2. Se establecen espacios en sectores técnicos y dentro del único depósito.
  - Espacio recepción.
  - Espacio muestras a ensayar.
  - Espacio muestras en proceso.
  - Espacio de ensayos finalizados:
    - Espacio para muestras en standby.
    - Espacio para muestras suspendidas.
  - Zona de preparación de pedidos (expedición).
  - Espacio señalado en el suelo para equipos de gran porte.