

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO SCRUM EN  
LA ETAPA DE DISEÑO DE UN PROYECTO DE LABORATORIO DE ALTA  
COMPLEJIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Gianni Sandy Berttini Choque

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Rodrigo Martín Morante Távara

**ASESOR:**

Miguel Ángel Lozano Vargas

Lima, junio, 2024

### Informe de Similitud

Yo, MIGUEL ANGEL LOZANO VARGAS, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulado:


PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO SCRUM EN LA ETAPA DE DISEÑO DE UN PROYECTO DE LABORATORIO DE ALTA COMPLEJIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA

De los autores: GIANNI SANDY BERTTINI CHOQUE Y RODRIGO MARTÍN MORANTE TÁVARA

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 13%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **24/06/2024**.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 24 de Junio 2024

Apellidos y nombres del asesor: Lozano Vargas, Miguel Angel	
DNI: 41640078	Firma 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-6238-9400">https://orcid.org/0000-0001-6238-9400</a>	

## RESUMEN

El desarrollo de la etapa de diseño de proyectos de construcción de laboratorios de alta complejidad implica una gran cantidad de requerimientos, gran número de involucrados y reducida experiencia en el Perú en este tipo de proyectos. Dichas características generan una falta de predictibilidad en su elaboración por lo que no es posible utilizar metodologías tradicionales para su desarrollo. Si estos factores no son manejados de forma correcta, se genera un flujo interrumpido de trabajo, lo cual lleva a gastos no planificados, incumplimiento de plazos y disconformidades por parte del cliente.

La implementación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad da solución a las problemáticas mencionadas al permitir la adaptación constante del proyecto, un proceso de mejora continua, una mejor comunicación entre involucrados y cliente, y un aumento en el manejo de incertidumbres, lo cual permitirá alcanzar un producto final que cuente con la conformidad del cliente.

Debido a lo mencionado anteriormente, se realizará una propuesta de plan de aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad. Dicho plan facilitará la aplicación de este marco de trabajo ágil a profesionales que planeen desarrollar el diseño de futuros proyectos de laboratorio de este tipo al indicarle la secuencia de pasos a seguir, herramientas a usar, consideraciones a tomar en cuenta y ejemplos de su aplicación que permitan un mayor entendimiento. Para la realización de dicho plan, se identificarán los roles, eventos y artefactos del marco de trabajo Scrum definidos en la teoría del método; luego, se recopilarán experiencias y puntos de mejora de profesionales que participaron en el diseño de un proyecto de laboratorio que utilizó Scrum. Finalmente, se planteará el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum para proyectos de laboratorio de alta complejidad.

## DEDICATORIA

*A mis padres, cuyo amor incondicional ha sido la base sobre la que he construido mis sueños. Su sacrificio, apoyo y enseñanzas me han guiado en cada paso de este camino.*

*Gracias por ser mi fuente constante de inspiración y fortaleza*

*A mis compañeros que la universidad me puso en el camino, con quienes compartí innumerables horas de estudio, risas y desafíos. Sus consejos, apoyo y camaradería hicieron de esta experiencia algo verdaderamente inolvidable y significativo. A cada uno de ustedes, les agradezco profundamente por haber sido una parte esencial de este viaje académico y personal.*

**Gianni Bertini**

*A mis hermanos, Leandro y Alvaro, por siempre haberme acompañado en mi desarrollo profesional y personal. Gracias por orientarme en el camino a seguir con sus experiencias y consejos los cuales me han impulsado a superar los obstáculos y superarme día a día.*

*En especial a mis padres, Jesús y Maritza, por todo el esfuerzo y sacrificios realizados por mi formación académica. Gracias por darme la oportunidad de recibir una educación de calidad y por ser mi fuente de motivación en todo momento. Agradezco su apoyo incondicional y la confianza depositada en mí los cuales han sido fundamentales para haber alcanzado este logro académico.*

**Rodrigo Morante**

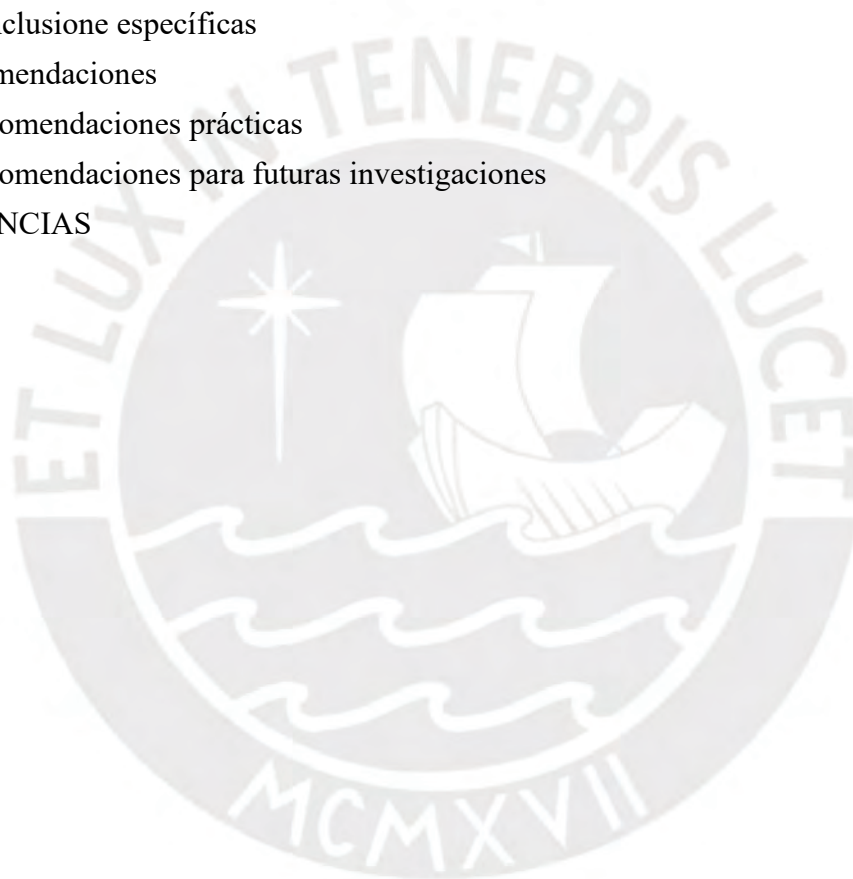
*Un reconocimiento especial a nuestro asesor, el Mg. Miguel Lozano, por su orientación y ayuda durante el proceso de realización de esta tesis, así como sus consejos y por compartir sus conocimientos para nuestro ámbito profesional.*

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2. Objetivos de Investigación	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Preguntas de Investigación	2
1.3.1. Pregunta general	2
1.3.2. Preguntas específicas	2
1.4. Justificación de investigación	3
1.5. Hipótesis de la investigación	4
1.6. Naturaleza de investigación	4
1.7. Limitaciones	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Definición de diseño	5
2.2 Metodología tradicional de planificación basada en el PMBOK	5
2.3. Marcos ágiles	7
2.4 Método Scrum	8
2.4.1 Roles	9
2.4.1.1 Product Owner	10
2.4.1.2 Equipo de desarrollo	10
2.4.2.3 Scrum Master	11
2.4.2 Artefactos	11
2.4.2.1 Product Backlog	12
2.4.2.2 Sprint Backlog	13
2.4.2.3 Incremento	13
2.4.3 Eventos	14
2.4.3.1 Sprint	14
2.4.3.2 Sprint Planning	14
2.4.3.3 Daily Meeting	15
2.4.3.4 Sprint Review	15
2.4.3.5 Sprint Retrospective	16
2.5 Método Scrum en la etapa de diseño de proyecto de laboratorio	16
2.5.1 Cynefin	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19

3.1	Diseño de la investigación	19
3.2	Recopilación de información	20
3.3	Instrumento	22
3.3.1	Definición de variables de investigación	22
3.4	Validez del instrumento	24
3.4.1	Experto 1	25
3.4.2	Experto 2	26
3.4.3	Experto 3	28
3.4.4	Experto 4	29
3.4.5	Experto 5	30
3.5	Caso de estudio	35
3.5.1	Perfil de los entrevistados	35
3.6	Validación final del plan de tesis	37
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>		<b>38</b>
4.1	Análisis global	38
4.1.1	Entrevista 1	38
4.1.2	Entrevista 2	41
4.1.3	Entrevista 3	44
4.1.4	Entrevista 4	46
4.1.5	Entrevista 5	48
4.2	Análisis transversal	50
4.2.1	Información general	50
4.2.2	Roles	52
4.2.3	Producto	55
4.2.4	Proceso	58
4.2.5	Control	61
<b>CAPÍTULO V: INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>63</b>
5.1	Información general	63
5.2	Involucrados	64
5.3	Evolución de los entregables	65
<b>CAPÍTULO VI: PLAN DE APLICACIÓN DEL MARCO DE TRABAJO SCRUM</b>		<b>75</b>
6.1	Plan de aplicación	75
6.1.1	Determinar el enfoque del proyecto	76
6.1.2	Elegir al Product Owner	79
6.1.3	Definir el Product Vision Board	80
6.1.4	Determinar el Product Backlog	82

6.1.5 Elegir al Scrum Master	85
6.1.6 Elegir al equipo de desarrollo	86
6.1.7 Desarrollar el Sprint Planning	88
6.1.8 Desarrollar el Daily Meeting	93
6.1.9 Desarrollar el Sprint Review	97
6.1.10 Desarrollar el Sprint Retrospective	100
6.2 Validación final de la propuesta	102
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>106</b>
7.1 Conclusiones	106
7.1.1 Conclusiones generales	106
7.1.2 Conclusiones específicas	110
7.2 Recomendaciones	112
7.2.1 Recomendaciones prácticas	112
7.2.2 Recomendaciones para futuras investigaciones	113
<b>REFERENCIAS</b>	<b>114</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Procesos de la dirección de proyectos PMI .....	6
<b>Tabla 2.</b> Listado de factores de investigación preliminares .....	24
<b>Tabla 3.</b> Listado de observaciones .....	32
<b>Tabla 4.</b> Listado de involucrados .....	64
<b>Tabla 5.</b> Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 1 .....	67
<b>Tabla 6.</b> Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 2 .....	69
<b>Tabla 7.</b> Criterios de evaluación ágil .....	77
<b>Tabla 8.</b> Rangos de definición del enfoque del proyecto .....	77
<b>Tabla 9.</b> Perfil del Product Owner .....	79
<b>Tabla 10.</b> Perfil del Product Owner en LAB International .....	80
<b>Tabla 11.</b> Product Vision Board del LAB International .....	81
<b>Tabla 12.</b> Product Backlog del LAB International .....	84
<b>Tabla 13.</b> Perfil del Scrum Master .....	85
<b>Tabla 14.</b> Perfil del Scrum Master del LAB International .....	86
<b>Tabla 15.</b> Perfil del equipo de desarrollo .....	87
<b>Tabla 16.</b> Funciones del equipo de desarrollo del LAB International .....	88
<b>Tabla 17.</b> Sprint Backlog usado en el LAB International .....	92
<b>Tabla 18.</b> Sprint Backlog actualizado del LAB International .....	96
<b>Tabla 19.</b> Registro de un Daily Meeting del LAB International .....	97
<b>Tabla 20.</b> Registro de un Sprint Review del LAB International .....	100
<b>Tabla 21.</b> Registro de un Sprint Retrospective del LAB International .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Triángulo de hierro .....	7
<b>Figura 2.</b> Flujo de trabajo del método Scrum .....	9
<b>Figura 3.</b> Marco Cynefin.....	17
<b>Figura 4.</b> Proceso de recopilación de información .....	21
<b>Figura 5.</b> Resumen del análisis transversal de la información general .....	52
<b>Figura 6.</b> Resumen del análisis transversal del Product Owner.....	53
<b>Figura 7.</b> Resumen del análisis transversal del Scrum Master .....	54
<b>Figura 8.</b> Resumen del análisis transversal del Equipo de trabajo.....	55
<b>Figura 9.</b> Resumen del análisis transversal del Product Backlog .....	57
<b>Figura 10.</b> Resumen del análisis transversal del Sprint Backlog.....	58
<b>Figura 11.</b> Resumen del análisis transversal del Proceso .....	61
<b>Figura 12.</b> Resumen del análisis transversal de la variable de Control .....	62
<b>Figura 13.</b> Flujo de procesos inicial de la especialidad de alimentos .....	66
<b>Figura 14.</b> Flujo de procesos final de la especialidad de alimentos.....	66
<b>Figura 15.</b> Layout de ubicación de especialidades .....	71
<b>Figura 16.</b> Esquema de ubicación de ambientes .....	71
<b>Figura 17.</b> Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 3 .....	72
<b>Figura 18.</b> Esquema de la especialidad de Alimentos .....	73
<b>Figura 19.</b> Plano de arquitectura del sector 1.....	73
<b>Figura 20.</b> Modelo 3D de un sector del LAB International .....	74
<b>Figura 21.</b> Plan de aplicación del método Scrum .....	76
<b>Figura 22.</b> Valores del Planning Póker .....	90
<b>Figura 23.</b> Tablero kanban inicial del LAB International.....	93
<b>Figura 24.</b> Tablero kanban actualizado del LAB International .....	95
<b>Figura 25.</b> Burndown Chart de un sprint del LAB International .....	97

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Introducción**

Un proyecto de construcción involucra gran variedad de interesados, requerimientos y procesos que deben encontrarse alineados y en constante comunicación para así llegar a un producto final que garantice la satisfacción de las necesidades del cliente. En el caso específico de los proyectos de laboratorio de alta complejidad, esta necesidad de colaboración constante se hace más evidente debido a la gran cantidad de partes involucradas, inexperiencia y complejidad en sus procedimientos, lo cual complica el uso de métodos predictivos comúnmente usados en el Perú. Entrando a detalle en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio, se encuentran dificultades en su desarrollo debido a la falta de información, cambios en los diseños y un amplio número de requerimientos que pueden llevar a malentendidos, discrepancias en el diseño, no conformidades y retrabajos que, finalmente, generan ampliaciones y aumentos en el presupuesto. Por esta razón, se evidencia la necesidad de emplear métodos de gestión de proyectos que aseguren la colaboración constante entre diseñadores y clientes para así maximizar la entrega de valor a este último.

El método Scrum se basa en la implementación de una planificación incremental e iterativa que permite abordar riesgos de forma flexible desde un inicio, minimizar el impacto de variaciones en los requerimientos durante el desarrollo y optimizar la comunicación entre los involucrados. El uso de este método genera mayor valor en proyectos complejos que cuentan con poca información inicial como es el caso de un proyecto de laboratorio. Por esta razón, se realizará el planteamiento de un plan para la aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad en la ciudad de Lima.

## **1.2. Objetivos de Investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Proponer un plan para la aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad en la ciudad de Lima.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las variables del marco de trabajo Scrum en base teórica
- Validar, mediante un panel de expertos, las variables del marco de trabajo Scrum aplicables a la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad
- Describir y analizar la aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño del caso de estudio LAB International
- Validar, mediante un panel de expertos, el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad

## **1.3. Preguntas de Investigación**

### **1.3.1. Pregunta general**

¿Cómo proponer un plan para la aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad en la ciudad de Lima?

### **1.3.2. Preguntas específicas**

- ¿Cómo identificar las variables del marco de trabajo Scrum en base teórica?

- ¿Cómo validar, mediante un panel de expertos, las variables del marco de trabajo Scrum aplicables a la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad?
- ¿Cómo describir y analizar la aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño del caso de estudio LAB International?
- ¿Cómo validar, mediante un panel de expertos, el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad?

#### **1.4. Justificación de investigación**

La *Association of public health laboratories* (2019) afirma que la fase inicial de los proyectos de construcción influye de forma significativa en el resultado de la funcionalidad, la calidad y viabilidad del producto final. Conocida la importancia, se evidencia la necesidad de aplicar buenas prácticas en esta fase inicial con el objetivo de aumentar el valor de la obra, mejorar la comunicación, aumentar la eficacia y reducir inconformidades. Debido a esto, la implementación del marco de trabajo Scrum en la etapa inicial del proyecto es un gran aporte a la optimización de actividades, reducción de pérdidas, cumplimiento de plazos y el aumento de la conformidad del cliente. Este método ágil presenta un proceso iterativo que en cada iteración aumenta la efectividad, calidad del producto y aumenta el valor.

La implementación del método Scrum es necesaria en la etapa de diseño de un proyecto de construcción de naturaleza compleja, lo cual significa que no se cuenta con la información necesaria para su desarrollo desde el inicio presentando así un resultado impredecible. Al seguir con un método tradicional, el proyecto evidenciaría problemas de efectividad y eficacia en la

elaboración de la planificación y, por consiguiente, disconformidades por parte del cliente y pérdidas económicas.

### **1.5. Hipótesis de la investigación**

La propuesta de un plan para la aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad permite una correcta gestión de este tipo de proyectos mediante una entrega iterativa e incremental, flexible y eficaz que facilite un proceso de mejora continua constante y una alta adaptabilidad durante el proyecto.

### **1.6. Naturaleza de investigación**

La presente investigación presentará un enfoque cualitativo y su alcance será descriptivo. Asimismo, su diseño será no experimental-transaccional basado en el diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad realizado en el año 2018.

### **1.7. Limitaciones**

La propuesta de aplicación del método Scrum tendrá como eje fundamental un proyecto complejo por lo que su aplicación en proyectos que se ubiquen fuera de dicho dominio puede llegar a ser contraproducente. Asimismo, la investigación se centrará netamente en la etapa de diseño del proyecto de laboratorio debido a que es donde mejor se adaptan los roles, elementos y artefactos del marco de trabajo Scrum.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Definición de diseño**

Según Román (1999), el diseño de un proyecto consiste en la elaboración de una propuesta de trabajo, en la cual deben tomarse en cuenta las pautas y procedimientos sistemáticos a realizarse. Además, el diseño debe de identificar los beneficiarios y actores clave; establecer el diagnóstico del problema; definir la estrategia para enfrentarlo y una justificación de la propuesta asumida; establecer los objetivos generales y específicos, el producto esperado, actividades y recursos. Asimismo, se puede afirmar que el diseño es la etapa en la cual se debe definir el interés de los involucrados en relación al objetivo del proyecto, los indicadores para el seguimiento de este durante las siguientes fases, la línea de acción requerida para alcanzar las metas establecidas y el ciclo de acciones del proyecto.

### **2.2 Metodología tradicional de planificación basada en el PMBOK**

En este capítulo, se abordará los procesos estandarizados en la planificación de un proyecto, dichos procesos se encuentran basados en la guía de fundamentos de la dirección de proyectos (PMBOK). Esto debido a que el Project Management Institute es una de las asociaciones más influyentes en los últimos años en el rubro de gestión de proyectos.

Para esto, se procederá al indicar los procesos involucrado en los diversos grupos y áreas de conocimientos definidas por el PMI en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Procesos de la dirección de proyectos PMI

Área de conocimiento	Grupo del proceso de iniciaciones	Grupo del proceso de planificación	Grupo del proceso de ejecución	Grupo del proceso de seguimiento y control	Grupo del proceso de cierre
<b>Gestión de la integración del proyecto</b>	Desarrollar el acta de constitución del proyecto	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Realizar el control integrado de cambios Monitorear y controlar el trabajo del proyecto	Cerrar el proyecto o fase
<b>Gestión del alcance del proyecto</b>		Planificar la gestión del alcance Recopilar requisitos		Validar el alcance	
		Definir el alcance Crear EDT		Controlar el alcance	
		Planificar la gestión del cronograma			
		Definir actividades			
		Secuenciar las actividades			
<b>Gestión del tiempo del proyecto</b>		Estimar los recursos de las actividades		Controlar el cronograma	
		Estimar la duración de las actividades			
		Desarrollar las actividades			
<b>Gestión de los costos del proyecto</b>		Planificar la gestión de los costos Estimar los costos		Controlar los costos	
		Determinar el presupuesto			
<b>Gestión de la calidad del proyecto</b>		Planificar la gestión de la calidad	Realizar el aseguramiento de calidad	Controlar la calidad	
<b>Gestión de los recursos humanos del proyecto</b>		Planificar los recursos humanos del proyecto	Adquirir el equipo del proyecto Desarrollar el equipo de proyecto Dirigir el equipo de proyecto		
<b>Gestión de las comunicaciones del proyecto</b>		Plan de gestión de las comunicaciones	Gestionar comunicaciones	Controlar las comunicaciones	
<b>Gestión de los riesgos del proyecto</b>		Planificar la gestión de riesgos Identificar riesgos		Monitorear y controlar los riesgos	
		Realizar el análisis cualitativo Realizar el análisis cuantitativo Planificar la respuesta a los riesgos			
<b>Gestión de las adquisiciones del proyecto</b>		Planificar la gestión de las adquisiciones	Ejecutar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cerrar las adquisiciones
<b>Gestión de los interesados del proyecto</b>		Planificar la gestión de los interesados	Gestionar la participación de los interesados	Controlar la participación de los interesados	

**Nota:** Tomado del PMBOK 6ta edición.

### 2.3. Marcos ágiles

En las últimas décadas, han nacido diversos movimientos llamados Metodologías Livianas, los cuales buscaban una mayor satisfacción de las necesidades del cliente y una mayor capacidad de adaptación al cambio. Según G. Bioul (2010), el uso de metodologías ágiles ofrece una alternativa a los métodos tradicionales de gestión de proyectos y su aplicación se ha dado con éxito en diversas industrias en los últimos años.

De acuerdo a lo indicado por Alaimo (2015), esta nueva forma de gestión de proyectos está basada en la importancia de las interacciones entre los involucrados, la funcionalidad del producto sobre la documentación, la colaboración con el cliente sobre la negociación y la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de la planificación.

Sin embargo, Montero (2018) menciona que la aplicación de cualquier metodología depende del tipo de proyecto, contexto de la compañía, recursos y alcance. Las características que definen que tipo de proyectos son más adaptables a la aplicación de metodologías ágiles sobre los métodos tradicionales se puede visualizar con la ayuda del triángulo de hierro indicado en la Figura 1.



Figura 1. Triángulo de hierro

Como se puede apreciar, el enfoque ágil es más efectivo en proyectos de alcance variable, en los cuales el tiempo y costo se encuentran definidos. Esto se debe a que en estos proyectos existe un alto nivel de incertidumbre debido al entorno y a la poca definición inicial de requisitos (Figuroa, 2008). Esta característica otorga una ventaja competitiva al cliente, ya que desarrolla productos que se adaptan a la situación actual del mercado y a las necesidades cambiantes de los interesados.

Dentro del entorno ágil, existe gran cantidad de métodos y herramientas que cumplen con los objetivos mencionados anteriormente. Entre los más utilizados se encuentran Scrum, Extreme Programming XP, Crystal Methods, DSDM y Kanban.

#### **2.4 Método Scrum**

Scrum es uno de los métodos ágiles más utilizados en la actualidad y su implementación se da en diversos rubros como lo son el software, hardware, gestión de empresas, entre otros. Según Schwaber y Sutherland (2017), Scrum es un marco de trabajo con el cual se pueden gestionar y desarrollar productos complejos con el máximo valor posible al abordar riesgos de forma flexible, minimizar el impacto de variaciones en los requerimientos durante el desarrollo y optimizar la comunicación entre los involucrados. Este método consiste en un proceso iterativo e incremental en donde el conocimiento procede de la experiencia para así optimizar la predictibilidad y el control de los riesgos. Para conseguir lo mencionado, Scrum debe cumplir con los principios de transparencia, inspección y adaptación.

La metodología de trabajo del método Scrum consiste en la división del trabajo en bloques de tiempo llamados *Sprints*, los cuales tienen como producto final un incremento funcional del producto. Durante un *Sprint*, el equipo de trabajo involucrado se encarga de planificar y desarrollar el producto de acuerdo a los requerimientos del cliente, los cuales han sido

previamente priorizados para así alcanzar el mayor valor posible desde el inicio del proceso. Al finalizar cada *Sprint*, el equipo se encarga de presentar los avances funcionales al cliente para así realizar los ajustes necesarios y acordar la forma de trabajo del siguiente *Sprint*. Asimismo, el equipo realiza una retrospectiva que les permite identificar y corregir aspectos que se hayan presentado durante el proceso para así optimizar el siguiente *Sprint*. En la Figura 2. Se muestra un diagrama resumen del método Scrum.



**Figura 2.** Flujo de trabajo del método Scrum

A continuación, se describen los diversos roles, artefactos y eventos presentes en el marco de trabajo según la Guía de Scrum desarrollada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland en el año 2017.

#### 2.4.1 Roles

El método Scrum involucra a tres roles principales, los cuales consisten en el *Product Owner*, Equipo de Desarrollo y *Scrum Master*. Una característica que los identifica es que son autoorganizados debido a que ellos son los que eligen de qué forma realizarán su trabajo y no

son dirigidos por personas ajenas al equipo. Asimismo, se caracterizan por ser multifuncionales ya que la totalidad de involucrados poseen los conocimientos y capacidades necesarias para desarrollar su trabajo sin depender de personas externas.

A continuación, se detallarán las características y funciones de cada uno de los involucrados mencionados.

#### **2.4.1.1 Product Owner**

Es aquella persona que representa las necesidades del cliente y *stakeholders* al definir, priorizar y clasificar los requisitos del proyecto en el *Product Backlog* y así lograr maximizar el valor del producto. Por esta razón, es responsabilidad del *Product Owner* conocer a profundidad el negocio para así expresar claramente la visión y la funcionalidad de cada componente tanto a los *stakeholders* como al equipo involucrado. Por otro lado, es prioritario que el poseedor de este rol gestione correctamente las expectativas del cliente para así asegurar el correcto desempeño del Equipo de Desarrollo.

#### **2.4.1.2 Equipo de desarrollo**

Es aquel grupo de individuos responsable de la creación de los incrementos funcionales del producto a desarrollar. El equipo de desarrollo se caracteriza por ser autoorganizado, ya que son quienes determinan la forma de trabajo y cómo es que se resolverán las problemáticas que se presenten. El principal objetivo del presente rol es el de transformar las funcionalidades requeridas en productos funcionales y de calidad al finalizar cada *Sprint*. Con el fin de cumplir dicho objetivo, el equipo debe estimar la capacidad de trabajo por funcionalidad requerida, desarrollarla y entregarla al finalizar cada ciclo. Durante el desarrollo del proyecto, se espera que cada individuo del equipo realice todo lo que se encuentre a su alcance para colaborar con el éxito global del proyecto.

La cantidad de participantes óptima para un equipo de desarrollo es de nueve personas para asegurar que sea un proceso ágil y a la vez poder completar una cantidad de trabajo significativa durante los *Sprints*.

### **2.4.2.3 Scrum Master**

Es aquel rol responsable de asegurar que se entienda la teoría, prácticas, reglas y valores del método Scrum para así lograr que este se adopte correctamente por el equipo involucrado. Para cumplir con este objetivo, el *Scrum Master* debe cumplir un rol de líder orientado al servicio que facilite el uso del método, así como garantizar un proceso de mejora continua y resolución de impedimentos que se puedan presentar. Asimismo, el *Scrum Master* apoya al *Product Owner* en la priorización de requerimientos y al Equipo de Desarrollo en la creación de productos de mayor valor posible.

Según Wolk (2003), el *Scrum Master* es un líder, facilitador, provocador, detective y soplador de brasas. Estas características le permiten fomentar la discusión, desafiar las estructuras rígidas, involucrarse con el equipo y reconectar a las personas con sus pasiones.

### **2.4.2 Artefactos**

El marco de trabajo Scrum cuenta con elementos que aseguran la transparencia, facilidad de inspección y adaptación necesarias para el desarrollo del proyecto. Dichos artefactos aseguran que la información necesaria para el proyecto sea transmitida a todos los involucrados.

A continuación, se detallan los artefactos necesarios para el correcto cumplimiento del método Scrum.

### 2.4.2.1 Product Backlog

El *Product Backlog* o Lista de Producto es aquella lista que contiene las características, funcionalidades y requisitos exigidos por el cliente para el proyecto a desarrollar. El *Product Owner* es el encargado de este artefacto y es el único que gestiona el orden de prioridad de los requisitos del producto. Una característica importante del *Product Backlog* es su dinamismo, ya que evoluciona constantemente con la finalidad de adecuarse al contexto de negocio y así otorgarle mayor competitividad al producto desarrollado.

Según Alaimo (2015), el orden de prioridad de los requerimientos en la lista del producto es determinante para el proyecto ya que de esta depende que se obtenga el mayor valor posible durante cada *Sprint*. Por esta razón, existen diversas formas de priorización, las cuales serán descritas a continuación.

**Priorización por valor de negocio:** Donde se priorizan aquellos elementos que aportarán mayor valor a los objetivos del producto final que se desea desarrollar.

**Priorización por retorno de la inversión:** Donde se priorizan aquellos elementos que aportarán mayores ganancias económicas en función de la inversión involucrada.

**Priorización según importancia y riesgo:** Donde se priorizan aquellos elementos que implican mayor importancia para el producto final y un mayor riesgo de producción.

Para alcanzar un *Product Backlog* ideal, es recomendable que sus ítems con mayor relevancia cuenten con un alto nivel de detalle con el objetivo de evitar retrabajos y pérdidas en las etapas prioritarias del proyecto. Por otro lado, los elementos menos importantes pueden describirse con menor nivel de detalle ya que son susceptibles a ser modificados a lo largo del desarrollo del proyecto. La finalidad principal de lo mencionado es obtener el mayor beneficio con el menor esfuerzo posible.

### 2.4.2.2 Sprint Backlog

El *Sprint Backlog* o Lista de Pendientes del *Sprint* es aquella lista que contiene los elementos seleccionados para ser desarrollados dentro de un *Sprint*. Dichos elementos son seleccionados por el equipo de desarrollo al identificar lo que se necesita realizar para la creación de un entregable funcional del producto al final de un *Sprint*. El equipo de desarrollo debe considerar la capacidad, el tiempo y recursos disponibles al momento de seleccionar los elementos a desarrollar dentro del lapso de tiempo establecido con el fin de asegurar productos de calidad. En este nuevo listado se deberán incluir los puntos de historia, los cuales son valores otorgados por el equipo de desarrollo que representan la cantidad de esfuerzo necesaria para cumplir cada una de las tareas.

### 2.4.2.3 Incremento

El incremento es la parte del producto desarrollada durante un *Sprint* al completar la totalidad de elementos de su *Sprint Backlog*. Las características principales de un incremento es que es funcional y potencialmente entregable. Esto significa que, al finalizar un *Sprint*, se debe contar con una característica funcional nueva o modificada del producto final a desarrollar. Asimismo, este debe contar con las características necesarias para poder ser entregado a los usuarios en caso el cliente lo considere necesario.

Con la finalidad de analizar el trabajo realizado dentro de un *Sprint*, se utiliza el *Burndown Chart*. Este elemento permite medir el progreso real del producto con el progreso ideal para así detectar retrasos o estancamientos en el proceso y tomar medidas correctivas. Esto se logra a través de graficar los puntos de historia desarrollados en función del tiempo.

### 2.4.3 Eventos

El método Scrum contiene eventos predeterminados que permiten la inspección y adaptación constante del producto. Dichos eventos son bloques de tiempo establecidos por lo que implican una duración máxima que no puede ser recortada ni alargada a menos que se haya cumplido con los objetivos definidos. A continuación, se describen los eventos utilizados dentro del marco de trabajo Scrum.

#### 2.4.3.1 Sprint

Es el evento determinante del método Scrum ya que es el bloque de tiempo en el que se crea el incremento del producto, el cual será funcional y potencialmente entregable. Durante el desarrollo de un *Sprint*, no se permiten realizar cambios en sus objetivos principales; sin embargo, su alcance si puede modificarse luego de un acuerdo entre el *Product Owner* y el Equipo de Desarrollo.

La duración óptima para un *Sprint* es entre una a cuatro semanas ya que permite que se produzca retroalimentación constantemente. Esta duración se debe mantener durante la totalidad del proyecto por lo que es prioritario que sea definida al comienzo del proceso.

Un *Sprint* involucra los siguientes eventos: *Sprint Planning*, *Daily Meeting*, *Sprint Review* y *Sprint Retrospective*.

#### 2.4.3.2 Sprint Planning

Se realiza al inicio de cada *Sprint* y su objetivo es planificar lo que se debe realizar durante el *Sprint* para desarrollar un entregable funcional. El *Sprint Planning* se enfoca en determinar qué se realizará dentro del *Sprint* y cómo realizarlo para así cumplir el objetivo principal del incremento. La duración de un *Sprint Planning* puede llegar a ser de 8 horas en proyectos con *Sprints* de un mes.

Para la determinación de los elementos que se trabajarán durante el *Sprint*, el *Product Owner* y el Equipo de Desarrollo discuten sobre los elementos del *Product Backlog* y sobre el objetivo del presente *Sprint*. Luego de que los elementos y la funcionalidad deseada del *Sprint* se encuentre entendida en su totalidad, el Equipo de Desarrollo forma el *Sprint Backlog* al elegir los elementos a trabajar de acuerdo a su capacidad y experiencia.

Luego de establecer el alcance y el objetivo del *Sprint*, el Equipo de Desarrollo, con el apoyo del *Scrum Master*, se autoorganiza al establecer la forma de trabajo a emplear con el fin de cumplir con la entrega del producto funcional. Finalmente, el equipo descompone los pendientes en plazos de tiempo más cortos para así dar inicio al desarrollo del producto.

#### **2.4.3.3 Daily Meeting**

Consiste en las reuniones que realiza el Equipo de Desarrollo durante cada día del *Sprint*. En estas reuniones se inspecciona el trabajo realizado hasta el momento y proyectan el trabajo a realizar durante el día. Asimismo, el equipo evalúa los obstáculos que se les puedan presentar para dar solución como un conjunto. Esta reunión tiene una duración máxima de 15 minutos por lo que el *Scrum Master* se encarga de guiar al equipo hacia la eficiencia y eficacia.

Los *Daily Meetings* son fundamentales para el método Scrum ya que fomentan una comunicación fluida en el equipo, la identificación de impedimentos y promueven la rápida toma de decisiones. Asimismo, este evento favorece a la inspección y adaptación constante del proyecto a desarrollar.

#### **2.4.3.4 Sprint Review**

Consiste en una reunión realizada al final de cada *Sprint* en donde participa el Equipo de Desarrollo, *Product Owner*, *Scrum Master* y *stakeholders*. En esta reunión, el *Product Owner* explica los elementos del *Product Backlog* que se han terminado y menciona los que aún se

encuentran en desarrollo. Asimismo, el Equipo de Desarrollo demuestra la funcionalidad del producto desarrollado y responde las preguntas que se puedan presentar por parte de los *stakeholders*. Esta reunión tiene una duración máxima de 4 horas para *Sprints* de un mes de duración.

Los objetivos principales de este evento es facilitar la retroalimentación del trabajo realizado para así realizar las modificaciones necesarias para próximos *Sprints*. Además, se debe evaluar el contexto actual del negocio para así determinar si se deben realizar cambios en el *Product Backlog*.

#### **2.4.3.5 Sprint Retrospective**

Consiste en una reunión realizada luego del *Sprint Review* en donde participa el Equipo de Desarrollo y el *Scrum Master*. El objetivo de la reunión es la inspección del proceso de trabajo realizado durante el *Sprint* para así crear un plan de mejoras para el próximo *Sprint*. Esta inspección incluye aspectos como la comunicación, la delegación de tareas, los procesos involucrados y las herramientas utilizadas. Este evento es clave en la mejora de procesos y adaptación del Equipo de Desarrollo para los siguientes ciclos de trabajo.

### **2.5 Método Scrum en la etapa de diseño de proyecto de laboratorio**

Los proyectos de construcción de laboratorios se caracterizan por presentar una gran cantidad de involucrados, requerimientos y procesos tanto en el diseño del proyecto como durante su ejecución. Estas características implican una alta variabilidad y complejidad; los cuales, con una comunicación y gestión inadecuadas, generan el aumento de no conformidades, discrepancias en los interesados, rigidez en los procesos, incumplimiento de plazos y aumento de los costos estimados (Grosshauser, 1994).

Como se describió anteriormente, el método Scrum posee gran flexibilidad y poder de adaptación ante diversos rubros y proyectos. Sin embargo, su uso no siempre es el más conveniente ya que hay proyectos en los que utilizar la metodología tradicional o prácticas recomendables es más beneficioso. Por esta razón, se presentará el contexto de los proyectos en el cual el uso del método Scrum presenta sus mayores ventajas con la ayuda del marco Cynefin.

### 2.5.1 Cynefin

Según Snowden (2007), el marco Cynefin mostrado en la Figura 3. el cual permite determinar el contexto actual de un proyecto o empresa al clasificarlo dentro de los cinco dominios siguientes: dominio simple, dominio complicado, dominio complejo, dominio caótico y dominio desordenado.



Figura 3. Marco Cynefin

**Dominio simple:** Envuelve aquellos proyectos con problemáticas de fácil identificación y resolución. Por esta razón, las prácticas usadas dentro del dominio son aquellas que determinan una secuencia de acciones a tomar.

**Dominio complicado:** Envuelve proyectos complejos en el sentido técnico ya que requieren de diversos profesionales que puedan dar una solución a los problemas que se presentan gracias a experiencias previas y conocimientos del tema.

**Dominio complejo:** Envuelve proyectos complejos en donde los resultados son impredecibles, ya que las soluciones que se puedan proponer no aseguran el éxito del proyecto. En este dominio se necesita de la innovación e interacción para así se de paso a la experimentación y mejora continua que generen un resultado final deseado.

**Dominio caótico:** Envuelve proyectos que necesitan de acciones inmediatas ya que se presentan en momentos de crisis. En este dominio no hay espacio para la colaboración ya que se deben tomar medidas rápidas que solucionen los problemas que se presenten.

**Dominio desordenado:** Consiste en aquellos proyectos en los que no es evidente el dominio en el que se encuentra por lo que no se conoce la forma en la que se debe actuar. En este dominio se necesita tomar medidas que inclinen el proyecto hacia alguno de los dominios mencionados previamente para así tomar un plan de acción.

Luego de analizar los diversos dominios del marco Cynefin, se hace evidente que el método Scrum se adapta mejor al dominio complejo ya que le otorgará la flexibilidad y adaptación necesaria para el desarrollo del proyecto involucrado.

En la actualidad, ya se ha utilizado este marco de trabajo en diversos proyectos de construcción; sin embargo, el método tradicional sigue siendo el predominante dentro de esta industria. En un proyecto de construcción en Caracas, el método SCRUM evidenció un mayor control y transparencia entre los *stakeholders*, permitió una mejor organización y un mejor seguimiento del avance por parte del Gerente General del centro comercial (Lares, 2007). Debido a los beneficios otorgados por la aplicación del método SCRUM en proyectos de alta

complejidad y gran cantidad de involucrados, como son los laboratorios, este será estudiado dentro del entorno del proyecto LAB International.

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente capítulo tiene como objetivo describir la metodología utilizada para el desarrollo del plan de implementación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio. A continuación, se describen las herramientas y métodos aplicados durante el desarrollo de la presente investigación con el fin de recopilar y analizar la información relacionada a los objetivos de la misma. Asimismo, se describen las herramientas de validación de la información aplicadas.

#### **3.1 Diseño de la investigación**

La presente investigación presentó un enfoque cualitativo debido a que busca identificar y comprender la perspectiva de los involucrados en el proyecto de laboratorio para así reconocer los requerimientos, procesos y problemas presentes en dicho proyecto. De acuerdo a lo descrito por Guerrero (2016), el enfoque cualitativo busca comprender y profundizar los fenómenos desde la perspectiva de los participantes sobre sus contextos y relaciones con los elementos que los rodean.

Según Gay (1996), una de las ventajas del enfoque cuantitativo es la flexibilidad de adaptación de sus resultados de acuerdo a los objetivos de la investigación. Asimismo, este enfoque permite obtener conocimiento profundo a través de la recolección de documentación, entrevistas, notas de campo y demás variedad de fuentes.

El alcance de la investigación fue descriptivo, ya que se describieron los requerimientos, formas de organización, procesos, herramientas y roles involucrados en la etapa de diseño de

un proyecto de laboratorio de acuerdo al método Scrum planteado por Schwaber, K., & Sutherland, J. Los estudios descriptivos pretenden identificar y describir los fenómenos a través de la observación y medición de los mismos. Sin embargo, estos no intervienen ni manipulan el objeto de estudio (García, 2004).

El presente estudio es del tipo “no experimental - transversal” debido a que la recopilación de información sobre la etapa de diseño del proyecto se dio en un periodo de tiempo corto. Según Hernández (2010), un estudio no experimental consiste en analizar los elementos ya existentes de la investigación dentro de su estado natural sin manipular de forma deliberada la información. Por otro lado, un estudio transversal consiste en el análisis de un objeto de estudio en un periodo de tiempo corto o en un punto del tiempo por lo tanto estos no presentan una continuidad en el eje temporal (García, 2004).

### **3.2 Recopilación de información**

La recopilación de información a utilizar en el presente trabajo de investigación se adquirió a través del análisis de la documentación técnica correspondiente al proyecto LAB International, el cual es un proyecto de laboratorio gestionado con el marco de trabajo Scrum. Dicha información consistió en las diversas matrices de control, registro de acuerdos, entregables parciales, entregables finales, flujogramas, planos, modelos 3D, entre otros documentos relevantes para la investigación.

Asimismo, se recopiló información sobre la forma de trabajo ágil mediante 5 entrevistas semiestructuradas realizadas a los profesionales involucrados en el desarrollo y gestión del proyecto de laboratorio mencionado. Las entrevistas semiestructuradas se realizaron a los profesionales que cumplen con el perfil requerido para identificar los requerimientos, etapas, procesos y roles presentes durante el desarrollo de la etapa de diseño del proyecto de laboratorio.

Previo a la formulación de las preguntas a utilizar en las entrevistas, se determinaron variables y factores de investigación basados en el marco teórico, los cuales fueron validados por 5 expertos en el método Scrum a través de sesiones sincrónicas. Luego de dicha validación, se formularon 57 preguntas, las cuales se enviaron previamente a los profesionales involucrados con la finalidad de asegurar una óptima entrega de información al momento de la entrevista con el equipo de trabajo.

Las entrevistas se realizaron en las fechas acordadas con los profesionales, las cuales se realizaron a través de la plataforma Zoom Meetings. Los profesionales brindaron sus datos personales y respondieron las 57 preguntas indicadas anteriormente, así como comentarios adicionales relacionados al proyecto.

Luego de las entrevistas, se procedió a realizar un análisis general y un análisis transversal de los factores de investigación para así sintetizar los hallazgos encontrados e implementarlos en el plan de implementación del marco de trabajo Scrum en proyectos de laboratorio de alta complejidad.

En la Figura 4. se muestra un esquema resumen del procedimiento utilizado para la recopilación de información del proyecto en estudio.



**Figura 4.** Proceso de recopilación de información

### **3.3 Instrumento**

El principal instrumento utilizado para la obtención de información fue la entrevista semiestructurada. Según Díaz (2013), una entrevista semiestructurada parte de preguntas planeadas con anticipación, las cuales pueden ajustarse a los entrevistados. Estas permiten la aclaración de ambigüedades y la profundización de aspectos relevantes para la investigación por lo que se pueden formular conclusiones más precisas.

La entrevista formulada en el presente trabajo de investigación consistió en la formulación de preguntas destinadas a identificar los requerimientos, etapas, procesos y roles presentes durante el desarrollo de la etapa de diseño del proyecto de laboratorio. Asimismo, contiene preguntas destinadas a recolectar apreciaciones y comentarios sobre el proceso ágil utilizado, los cuales permitieron identificar y desarrollar puntos de mejora al marco de trabajo. El medio por el cual se planea ejecutar las entrevistas es mediante reuniones virtuales en la plataforma Zoom Meetings y con una duración aproximada de 60 minutos.

#### **3.3.1 Definición de variables de investigación**

El planteamiento de las preguntas a utilizar en las entrevistas se encuentra basadas en factores de investigación que buscan indagar sobre diversos aspectos de la forma de trabajo usada en el desarrollo de la etapa de diseño del proyecto LAB International. Dichos factores se encuentran basados en la teoría de Scrum y se presentan agrupados en variables de investigación que los segmentan en ejes genéricos característicos de un proyecto.

A continuación, se indican las variables de investigación planteadas y las características que deben presentar los factores que agrupan.

**Información general:** tiene como finalidad identificar el alcance del proyecto y la magnitud del mismo. Asimismo, busca identificar si el proyecto es adaptable a un proceso ágil al evaluar diversos aspectos como la complejidad, grado de cambio y frecuencia de entregas, definidos en el PMBOK para la identificación del ciclo de vida de un proyecto.

**Roles:** tiene como finalidad identificar los roles de Scrum presentes en el proyecto, así como sus funciones y la interacción existente entre ellos definidos por la Guía de Scrum desarrollada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland.

**Producto:** tiene como finalidad identificar los requerimientos, necesidades y funcionalidades exigidas por el cliente reflejadas en el *Product Backlog* definida por la Guía de Scrum desarrollada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland. Asimismo, busca conocer cómo el equipo organizó, priorizó y desarrolló las actividades necesarias para cumplir con las exigencias del cliente.

**Proceso:** tiene como finalidad identificar los diversos eventos y artefactos definidos por la Guía de Scrum desarrollada por Ken Schwaber y Jeff. En el mismo sentido, involucra conocer el proceso de trabajo utilizado y las implicancias de los mismos.

**Control:** tiene como finalidad identificar que herramientas de control de proyectos definidas por la Guía de Scrum desarrollada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland, las cuales se usaron durante el desarrollo de la etapa de diseño.

Con dichas variables definidas, se procede a listar los factores preliminares que cumplen con las características correspondientes a cada variable en la Tabla 2. mostrada a continuación.

**Tabla 2.** Listado de factores de investigación preliminares

<b>VARIABLES</b>	<b>FACTORES</b>
<b>Información General</b>	Identificación del proyecto
	Magnitud del proyecto
	Marco de trabajo
<b>Roles</b>	Product Owner
	Scrum Master
	Equipo de desarrollo
<b>Producto</b>	Product Backlog
<b>Proceso</b>	Sprint
	Sprint planning
	Daily meeting
	Sprint Review
	Sprint Retrospective
	Burndown Chart
<b>Indicadores</b>	Kanban

Nota: Elaborado por autores basado en el PMBOK 6ta Edición y la Guía de Scrum (2017).

Los factores presentados están conformados por los diversos roles, artefactos y eventos propios del marco de trabajo Scrum, los cuales se detallan en el marco teórico de la presente investigación.

### 3.4 Validez del instrumento

Según Arribas (2004), la validación de los datos es un proceso continuo y dinámico, en el cual es necesario un conocimiento teórico claro de lo encuestado. De acuerdo con esta definición, se realizó un proceso de validación, el cual tuvo como objetivo la elaboración del

listado final de variables y factores, así como los elementos clave a identificar en cada factor durante las entrevistas a los profesionales del proyecto.

El proceso de validación consistió en sesiones virtuales con cinco profesionales expertos en el marco de trabajo Scrum. Dichos profesionales cuentan con certificación Scrum y con más de 2 años de experiencia en el uso de la misma dentro de sus ámbitos profesionales.

A continuación, se presenta el resumen de las sugerencias y comentarios recopilados durante las sesiones de validación mencionadas.

### **3.4.1 Experto 1**

El experto 1 es un ingeniero de datos con experiencia de 3 años en el uso del marco de trabajo Scrum dentro de una empresa consultora en la cual se desempeña con el rol de Equipo de desarrollo; asimismo, cuenta con certificación en el uso de este método. El experto se encontró de acuerdo con la distribución de variables planteada inicialmente.

Dentro de la variable de “Información general”, recalcó que el objetivo principal de Scrum es otorgarle valor al cliente a través de entregas continuas en las que la funcionalidad del producto aumente de forma constante. Por esta razón, sugirió identificar si el cliente se encontraba involucrado activamente durante el proyecto para así cumplir con dicho objetivo final.

Dentro de la variable de “Roles”, sugirió identificar si existía una persona que conocía a fondo lo necesario para el desarrollo del proyecto de laboratorio; asimismo, identificar si este contaba con experiencia previa en el desarrollo de esta clase de proyectos y si se aseguraba de la entrega de valor al cliente. Por otro lado, mencionó que el equipo de desarrollo debe definir su propia forma de trabajo para la realización de sus labores y encontrarse en constante comunicación con el *Scrum Master* con el fin de asegurar el cumplimiento del marco de trabajo.

En referencia a la variable de “Producto”, recalcó la importancia de una reunión inicial entre el cliente y el *Product Owner* en la cual se definan las necesidades y requerimientos del proyecto para luego ser estructurado y priorizado. Por otro lado, sugirió añadir el factor *Sprint Backlog* ya que considera es la etapa más crítica del marco de trabajo.

En lo que respecta a la variable de “Proceso”, concordó con la distribución de factores realizada. Mencionó que los *Sprints* deben ser cortos y presentar la misma duración; sin embargo, comentó que esto puede ser variable según el tipo de proyecto a realizar. Asimismo, sugirió identificar si se daba la totalidad de los eventos de Scrum dentro del proyecto, así como quiénes participaban y cómo se desarrollaban.

Finalmente, en la variable de “Indicadores”, sugirió preguntar qué tipo de herramientas e indicadores se usaban y cómo los utilizaban.

### **3.4.2 Experto 2**

El experto 2 es un ingeniero civil con 14 años de experiencia en el rubro de la construcción y 4 años en el uso de Scrum en consultoría de proyectos; asimismo, cuenta con certificación como *Scrum Master*. El experto consideró que la lista de factores se encuentra completa desde un punto de vista académico.

Dentro de la variable de “Información General”, recalcó la importancia de identificar correctamente la magnitud y complejidad de un proyecto para así determinar qué forma de trabajo utilizar. Mencionó que Scrum es de gran utilidad en proyectos donde la incertidumbre sea elevada ya que esto genera que se produzcan cambios constantes durante su ciclo de vida. En el mismo sentido, indicó que Scrum no funciona bien en proyectos que sean simples y predictivos. Debido a estas razones, sugirió que se realicen preguntas que identifiquen si el

proyecto fue cambiante y si los profesionales contaban con experiencia previa en ese tipo de diseño con el fin de identificar si el uso de Scrum fue el más adecuado.

Con respecto a la variable de “Roles”, sugirió que identifiquemos qué profesional conocía a fondo el negocio del proyecto ya que dicha característica es más relevante que el conocimiento técnico sobre cómo diseñar para aquel que cumplía el rol de *Product Owner*. Por otro lado, señaló la importancia de que el equipo de desarrollo conozca el marco de trabajo ágil con la finalidad de no incumplirlo.

En referencia a la variable de “Producto”, señaló que existen diversos tipos de *Product Backlog* y que esto dependía del contexto del proyecto por lo que sugirió su identificación. Asimismo, sugirió que se identifiquen las categorías principales del proyecto para así generar un mejor entendimiento de la estructuración de las actividades a realizar. Por otro lado, recalcó la importancia de que los profesionales encargados del *Product Backlog* cuenten con experiencia previa ya que de esta dependerá el nivel de detalle y precisión del plan a realizar. Finalmente, sugirió identificar qué criterios se tomaron en cuenta para la definición de los plazos de los *Sprints*, qué tipo de entregables resultaban funcionales para el cliente y la frecuencia de entrega de los documentos correspondientes al diseño.

Dentro de la variable de “Proceso”, el experto mencionó la importancia de que el equipo de trabajo defina todo lo relacionado al *Sprint* y recalcó la importancia de la experiencia previa dentro de dicho equipo y de la importancia de las reuniones diarias debido a la alta incertidumbre del proyecto. Por otro lado, sugirió agregar el factor “refinamiento” ya que es aquel que describe la implementación del plan de mejoras del marco de trabajo al finalizar un *Sprint*.

En la variable de “Indicadores”, sugirió cambiar dicho nombre por “Control” ya que kanban es más una herramienta que un indicador. Asimismo, mencionó la importancia de realizar el

seguimiento constante a dichas herramientas de control por lo que sugirió identificar cómo es que eran utilizadas por el equipo involucrado.

### 3.4.3 Experto 3

El experto 3 es un ingeniero industrial con 2 años de experiencia en el uso de Scrum dentro de empresas bancarias en las cuales desempeñó labores de control de procesos; asimismo, cuenta con certificación en el uso de este método. El experto consideró que la lista de factores es adecuada para los objetivos de las entrevistas.

Dentro de la variable de “Información General”, el experto recaló que el uso de Scrum en proyecto otorga gran flexibilidad al proceso; sin embargo, esta característica no es conveniente en la totalidad de proyectos. Por esta razón, sugirió identificar si los encargados del proyecto contaban con experiencia previa en el método ya que este es un factor determinante para conocer si un método ágil podía llegar a ser óptimo o no.

Referente a la variable de “Roles”, mencionó la importancia de que el *Product Owner* interiorice totalmente las necesidades del cliente ya que con estas podrá asegurarse de que los entregables cuenten con lo necesario para el proyecto al momento de realizar las revisiones correspondientes. Por otro lado, recaló la importancia de que el *Scrum Master* asegure el correcto uso de los eventos y artefactos de Scrum durante la totalidad del proyecto para así alcanzar los objetivos previstos. Finalmente, sugirió identificar si el equipo de desarrollo se comunicaba constantemente con los demás roles de Scrum sobre los avances ya que dicho equipo es el único encargado de materializar el proyecto planteado por el cliente.

Dentro de la variable de “Producto”, mencionó la importancia de que se cuente con la lista de necesidades y actividades a realizar desde el inicio y que esta se encuentre correctamente priorizada mediante una secuencia lógica con el fin de otorgar valor al producto. Asimismo,

sugirió que se identifique si alguna persona se encargaba del seguimiento del cumplimiento de lo establecido en el *Sprint Backlog*.

En lo que respecta a la variable de “Proceso”, el experto recalcó la importancia de que todo el equipo participe de los eventos de Scrum así estos no tengan pendientes en dicho momento; ya que el objetivo de las reuniones es compartir experiencias y conocimientos entre todos para así dar solución a impedimentos o problemas que se presenten.

Dentro de la variable de “control”, sugirió identificar si el kanban se encontraba disponible para todo el equipo en todo momento ya que dicha característica es de gran importancia para otorgar la transparencia necesaria durante el proceso.

#### **3.4.4 Experto 4**

El experto 4 es un ingeniero industrial con 2 años de experiencia en el uso de Scrum dentro de empresas de transformación digital y tecnología de la información, en las cuales desempeñó labores de control de tareas y cronograma; asimismo, cuenta con certificación como *Scrum Master* y *Product Owner*. El experto consideró que la lista de factores es adecuada para los objetivos de las entrevistas.

Dentro de la variable “Información general”, indicó que el método Scrum puede ser adaptado a cualquier tipo de proyecto siempre y cuando el equipo de trabajo cuente con la teoría del método clara. Por esta razón, sugirió identificar si existía algún profesional con dichos conocimientos dentro del proyecto. Por otro lado, sugirió identificar si el cliente exigía entregas constantes del producto a realizar.

En lo relacionado a la variable “Roles”, recalcó la importancia de que el *Product Owner* verifique los entregables del producto se encuentren alineados con las necesidades del cliente. Además, indicó la necesidad de que dicho rol cuente con conocimiento del proyecto. Por otro

lado, indicó que el *Scrum Master* debe ser aquel que facilite las herramientas y recursos necesarios para el cumplimiento del método; asimismo, debe asegurar que se cumplan las diversas partes del mismo. Finalmente, sugirió identificar si el equipo de desarrollo era independiente respecto a su forma de trabajo y si existía una comunicación constante entre ellos con el fin de levantar impedimentos que se puedan presentar de forma rápida.

En la variable “Producto”, mencionó que la finalidad del *Product Backlog* es la de recopilar las ideas, necesidades y deseos del cliente en un listado correctamente priorizado. Por otro lado, indicó la importancia de la división de tareas a realizar en cada *Sprint* por lo que sugirió identificar cómo esta se realizaba.

Respecto a la variable “Proceso”, recalcó la importancia de identificar a los involucrados en el proyecto y sus tareas a realizar desde el inicio. Asimismo, indicó la necesidad del *Sprint Review* y *Sprint Retrospective* ya que dichos eventos permiten determinar los cambios a realizar en el próximo *Sprint* tanto en las tareas como en la forma de trabajo. Finalmente, recalcó la importancia de que el *Product Owner* participe en la etapa final de cada *Sprint* para así tomar decisiones que otorguen valor al cliente.

Dentro de la variable de “Control”, mencionó la importancia de la presencia de indicadores para el control del proyecto, así como la importancia de que el equipo tenga constante conocimiento de estos.

### **3.4.5 Experto 5**

El experto 5 es un ingeniero industrial con 2 años de experiencia en el uso de Scrum dentro de empresas de logística y producción, en las cuales desempeñó labores de planeamiento y seguimiento de los equipos de trabajo; asimismo, cuenta con certificación en dicho método

ágil. El experto consideró que la lista de factores se encuentra completa en relación a la teoría del marco de trabajo Scrum.

En lo relacionado a la variable “Información general”, sugirió identificar si el proyecto era complejo, si variaba en el tiempo y si tenía resultados impredecibles ya que en dichos proyectos es donde el método Scrum garantiza tanto la adaptación como un control constante. Asimismo, indicó que el método facilita la generación de cambios en el proyecto en un corto a mediano plazo.

En la variable “Roles”, indicó la importancia de que el *Product Owner* garantice que el producto cumpla con los requerimientos del proyecto. Asimismo, dicha persona debe tener conocimientos en el proyecto tanto desde un punto de vista de mercado como también del funcionamiento interno para así poder guiar al equipo de diseño. Por otro lado, mencionó que el equipo de desarrollo debe ser multifuncional para así poder dar solución a problemas que salgan de su especialidad. Finalmente, mencionó que el *Scrum Master* debe asegurar que todo el equipo involucrado se encuentre alineado con los mismos objetivos en cada *Sprint*.

Respecto a la variable “Producto”, recaló la importancia de que todas las actividades a realizar se definan desde un comienzo con el cliente para así poder generar la gestión de los recursos necesarios. Asimismo, mencionó que la priorización realizada al *Product Backlog* debe considerar tanto las necesidades del cliente como los recursos disponibles del equipo de desarrollo para así asegurar un avance constante sin impedimentos. Por dicha razón, sugirió identificar si el tiempo brindado en cada *Sprint* era el adecuado para cumplir con todas las actividades a realizar.

Dentro de la variable “Proceso”, indicó que el tiempo de cada *Sprint* depende de la experiencia del equipo y del tipo de proyecto por lo que sugirió identificar si existía experiencia previa en dicha clase de proyecto. Por otro lado, mencionó la importancia de los *Daily Meetings*

en la solución de impedimentos ya que es el espacio en el que se da la interacción entre los involucrados guiados hacia un mismo objetivo. Asimismo, mencionó la importancia del *Sprint Review* y del *Sprint Retrospective* en el ajuste de la forma de trabajo y de los pendientes para el desarrollo del producto para los próximos *Sprints*.

En la variable “Control”, sugirió identificar qué tipo de indicadores se utilizaban y si estos se encontraron disponibles para el equipo en todo momento ya que estos son un gran apoyo en la medición del avance real para así tomar medidas correctivas.

Finalmente, en la Tabla 3. se muestran las observaciones de forma tabulada, así como los expertos que las realizaron, para una mayor comprensión.

**Tabla 3.** Listado de observaciones

<b>Observación</b>	<b>Experto</b>
Identificar si el proyecto fue cambiante en el tiempo	E2, E5
Identificar si el cliente participó de forma activa en el proyecto	E1, E4
Identificar si el cliente verificaba el desarrollo de los avances	E1, E4
Identificar si el equipo de trabajo contaba con experiencia previa en la construcción del tipo de proyectos	E1, E3, E5
Identificar si el <i>Product Owner</i> conocía a fondo las necesidades del cliente	E1, E2, E3, E5
Identificar si el <i>Product Owner</i> conocía a fondo el mercado del proyecto	E1, E2, E4, E5
Identificar si el <i>Product Owner</i> le comunicaba al equipo de desarrollo sobre lo que se conversaba con el cliente	E1

Observación	Experto
Identificar si el <i>Product Owner</i> verificaba que los entregables cumplieran con las necesidades del cliente	E3, E4, E5
Identificar si el equipo de desarrollo le consultaba al <i>Product Owner</i> cualquier duda sobre los requerimientos del proyecto	E3, E5
Identificar si el <i>Scrum Master</i> presentaba conocimientos en el marco de trabajo Scrum	E1, E2, E3, E4
Identificar si el <i>Scrum Master</i> guiaba al equipo de desarrollo durante el proceso de diseño para que se cumpla el marco de trabajo Scrum	E2, E4
Identificar si el equipo de desarrollo definía su forma de trabajo	E1, E2, E4
Identificar si existía jerarquía en el equipo de desarrollo	E1
Identificar si el equipo de desarrollo se comunicaba constantemente con el <i>Scrum Master</i> sobre el desarrollo de los pendientes	E1, E3
Identificar si se realizó una reunión inicial entre el <i>Product Owner</i> y el cliente para definir las necesidades y requerimientos del proyecto	E1, E4, E5
Identificar cómo se estructuraron las actividades a realizar	E1, E2, E3, E4, E5
Incluir el factor " <i>Sprint Backlog</i> " dentro de la variable "Producto"	E1
Identificar si existió una priorización de las actividades a realizar y cómo se definió	E3, E4
Identificar las categorías principales dentro de la etapa de diseño	E2
Identificar cómo se determinaron las actividades a realizar dentro de cada <i>Sprint</i>	E2, E4, E5

Observación	Experto
Identificar si el tiempo dado en cada <i>Sprint</i> era el adecuado	E5
Identificar si las actividades a realizar se actualizaban constantemente	E2, E5
Identificar los criterios utilizados para definir el plazo de los <i>Sprints</i>	E1, E2, E3
Identificar la duración de los <i>Sprints</i> y si esta era constante	E1, E2, E3
Identificar que resultaba funcional para el cliente	E2
Identificar si se realizaban entregas parciales o finales al cliente	E2, E3, E4
Identificar si se realizaban todos los eventos de Scrum y cómo estos se desarrollaban	E1, E2
Identificar si se cumplían las reuniones diarias entre el equipo de desarrollo y si todos los involucrados participaban en estas	E2, E3, E5
Identificar si todo el equipo del proyecto apoyaba con la solución de impedimentos que se presentaban durante el proceso	E1, E3, E4
Incluir el factor "Refinamiento" dentro de la variable "Proceso"	E2
Identificar qué tipo de indicadores se utilizaron y cómo se usaron	E1, E5
Identificar si las herramientas de control se utilizaban constantemente por el equipo	E2, E4, E5
Identificar si las herramientas de control se encontraban a disposición del equipo en todo momento	E3, E4, E5
Reemplazar el término "Indicadores" por "Control" de la lista de variables	E2

Luego del proceso de validación, se realizaron las correcciones correspondientes a las variables, factores y preguntas para así proceder con la elaboración del listado final validado a utilizar durante las entrevistas a los profesionales del proyecto. Dicho listado consta de 57 preguntas que serán dirigidas a los profesionales del proyecto LAB International, las cuales se indican en el Anexo 1 del presente documento.

Finalmente, se realizó un proceso de validación final del plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio complejo, la cual consistió en sesiones virtuales con dos profesionales expertos en el marco de trabajo Scrum y con conocimiento en la industria de la construcción.

### **3.5 Caso de estudio**

El presente caso de estudio consiste en el proyecto LAB International, el cual es un proyecto de laboratorio en donde se aplicó una forma de trabajo ágil basada en el método Scrum durante su etapa de diseño. Con la finalidad de describir la aplicación del método, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los profesionales involucrados en su desarrollo, las cuales recopilaron tanto datos específicos como opiniones. Asimismo, dicha entrevista se encuentra validada por profesionales expertos en el método Scrum y su aplicación en el ámbito de la construcción.

#### **3.5.1 Perfil de los entrevistados**

La etapa de diseño del proyecto LAB International estuvo conformada por un equipo de profesionales encargados del diseño y de la gestión del proyecto con el fin establecer la documentación técnica y administrativa necesaria para la construcción del laboratorio. Dicho equipo de trabajo estuvo conformado por profesionales con cargos de gerencia, jefes de

laboratorio y analistas de diversas especialidades de ingeniería. La entrevista fue aplicada a los colaboradores que cumplieron con los roles característicos del marco de trabajo Scrum.

El entrevistado 1 es ingeniero civil y fue el gerente del proyecto de laboratorio en estudio. Se encargó de la planificación y coordinación de la etapa de diseño del proyecto por lo que se encontró presente en la totalidad del proceso.

El entrevistado 2 es ingeniero civil y fue el jefe de oficina técnica del proyecto de laboratorio en estudio. Se encargó de apoyar en la planificación y control de la etapa de diseño del proyecto.

El entrevistado 3 es ingeniero químico y fue el usuario líder del proyecto de laboratorio en estudio. Se encargó de identificar e integrar las necesidades de los diversos ambientes del laboratorio; asimismo, actuó como puente entre el cliente y el equipo de diseño.

El Entrevistado 4, arquitecto de profesión, ocupó el cargo de jefe del área de arquitectura durante las fases de anteproyecto del proyecto de laboratorio. Su función principal consistió en identificar y unir las necesidades específicas de distribución y dimensionamiento de cada espacio, según los requisitos de las distintas especialidades. Esta labor implicó una estrecha coordinación directa con el cliente y otras partes interesadas para asegurar la alineación de las visiones y requerimientos.

El Entrevistado 5 es un ingeniero civil que desempeñó el rol de jefe de ingeniería en el proyecto del laboratorio. Su responsabilidad principal fue recopilar las necesidades específicas de los jefes de laboratorio para comunicarlas a los diseñadores e ingenieros, facilitando así la integración de estas necesidades en los diseños de ingeniería. Su papel fue fundamental como enlace entre el cliente, el área de gestión de proyectos y el equipo de ingeniería, asegurando una comunicación fluida y eficaz entre todas las partes involucradas.

### 3.6 Validación final del plan de tesis

En la culminación de la investigación, tras la síntesis de los hallazgos en un plan detallado de implementación del marco de trabajo de Scrum, se procedió a realizar entrevistas finales de validación en coordinación con 5 expertos reconocidos en concepción de proyectos y en el marco de trabajo Scrum. Estas entrevistas fueron cruciales en la mejora y perfeccionamiento del plan. Durante las entrevistas, los expertos proporcionaron sus datos personales y experiencia para corroborar con el cumplimiento del perfil solicitado.

Perfil del Entrevistado para Validación Final: Especialista en Ingeniería Civil y/o Arquitectura con Experiencia en Proyectos y Marco de Trabajo Scrum.

Este profesional cuenta con una sólida formación en Ingeniería Civil y/o Arquitectura, con experiencia en la etapa de anteproyectos. Su conocimiento aplicado del marco de trabajo Scrum le permite gestionar eficazmente proyectos desde su concepción hasta su diseño preliminar. Ha participado en la elaboración y revisión de anteproyectos, asegurando su viabilidad técnica y económica.

Además de su experiencia en anteproyectos, los entrevistados están capacitados para ofrecer una revisión detallada del plan propuesto del LAB International. Con su enfoque orientado a soluciones, pueden proporcionar comentarios constructivos para mejorar la efectividad y eficiencia de plan. Su perspectiva crítica y experiencia en proyectos complejos los califican para asegurar que el plan esté bien fundamentado y listo para la siguiente etapa de desarrollo.

Después de recopilar las observaciones y comentarios de los 5 entrevistados, se realizó un análisis detallado en el cual se evaluó la aceptación de los pasos del plan propuesto. Aquellos aspectos que mostraron observaciones fueron identificados y se procedió a incluir las mejoras

correspondientes. De esta manera, se logró obtener la versión final del plan, enriquecida con las aportaciones de los entrevistados y asegurando su viabilidad y eficacia.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

En este capítulo, se presentarán los análisis de las entrevistas realizadas a los profesionales involucrados en el proyecto de laboratorio. Para ello, se realizará un análisis global y transversal de las entrevistas.

### **4.1 Análisis global**

Empleando las 57 preguntas antes validadas se realizaron 3 entrevistas, las cuales fueron ejecutadas por medio de teleconferencia y contaron con la participación de los profesionales involucrados en el proyecto. Cada uno de ellos cumpliendo un rol dentro del marco de trabajo. Esto con el objetivo de obtener la perspectiva de cada una de las áreas de trabajo. Por un lado, para la entrevista 1 se tuvo la participación del gerente de proyecto que cumplía el rol de *Scrum Master*. Por otro lado, el entrevistado 2 era el jefe de la oficina técnica del proyecto, el cual cumplía con el rol de Equipo de trabajo. Por último, el entrevistado 3 cumplía de rol de *Product Owner*, ya que este era el representante del cliente y tenía el conocimiento acerca de los requerimientos del laboratorio. A continuación, se detalla el resumen de las ideas más resaltantes de cada entrevista realizada.

#### **4.1.1 Entrevista 1**

El entrevistado considera que el uso de las metodologías ágiles surge a partir de la necesidad presente en el proyecto y los requerimientos del cliente. Es decir, las características y necesidades del proyecto se encuentran dentro del área de trabajo de las metodologías ágiles.

Dentro de la primera variable “Información General”, el entrevistado E-1 explicó que el proyecto contaba con un área techada aproximada de 10 000 m<sup>2</sup>, un presupuesto estimado de 1 millón de dólares para la etapa de ejecución y aproximadamente 30 millones para la ejecución de la obra. Además, indicó que el tiempo estimado para el diseño del proyecto era de 6 meses; sin embargo, la complejidad del trabajo, así como los requerimientos especiales de este, generaron que el tiempo de la etapa de diseño se prolongue a 14 meses. En los cuales 7 fueron para levantamiento de información y 7 para el diseño. El alcance de la obra fue el de un edificio de 4 niveles, los cuales tenían funciones específicas. El primer nivel era el destinado para los laboratorios y almacenes, el segundo nivel era destinado a las oficinas y el tercer nivel era la cafetería.

El entrevistado indicó que el área de laboratorios presentaba diferentes especialidades, las cuales eran las siguientes:

- Laboratorios de medio ambiente
- Laboratorio de fármacos
- Laboratorio de microbiología
- Laboratorio de productos alimenticios

Dichos laboratorios tienen restricciones especiales de acuerdo a las actividades que se planeaban realizar. Entre las restricciones mencionadas se encontraban las restricciones de temperatura, humedad, equipamiento, distribución, hermetismo, entre otras. Las cuales fueron supervisadas e impuestas por el cliente por medio de sus representantes. Además, el cliente tenía una participación activa en el diseño, ya que el objetivo era la eficiencia de la operación en el laboratorio. El entrevistado indicó que esto se generó con la elaboración de diagramas de flujo para las muestras ingresadas al laboratorio, los cuales fueron supervisados periódicamente por el *Product Owner*.

Dentro de la segunda variable “Roles”, el entrevistado E-1 ayudó a identificar cuáles eran los roles presentes en el proyecto, las funciones de cada uno de estos y las interacciones. En primer lugar, el *Product Owner* fue el representante del cliente que contaba con toda la información del proyecto, encargado de aprobar y levantar las observaciones a cada recinto, plano o entregable. Además, era el que se mantenía en comunicación con todo el equipo con el objetivo de absolver las consultas del mismo. Dentro del rol de *Scrum Master*, el entrevistado indicó que era el encargado de que se cumplan los procesos y acuerdos entre los miembros de trabajo y el cliente. Además, indicó que las herramientas a utilizar dentro del trabajo fueron el A360, nubes electrónicas, Excel, entre otras. Por último, indicó que una de las funciones principales era la de asegurarse de una correcta interacción entre los miembros del equipo de diseño, lo cual lo realizaba mediante reuniones periódicas y manteniendo un buen flujo de comunicación entre estos. En tercer lugar, se encuentra el equipo de trabajo, el cual estaba compuesto por los diseñadores y los jefes de laboratorio. En el equipo de trabajo se contaba con áreas de estructuras, arquitectura, hvac, sanitarias, comunicaciones y electricidad. El entrevistado indicó que el método de trabajo a utilizar lo decidía cada área y no existía jerarquía dentro de este equipo de trabajo.

Dentro de la tercera variable “Producto”, el entrevistado E-1 ayudó a identificar los criterios de diseño de proyecto, la gestión de cambios, como identificaron los requerimientos y la forma de priorización de cada uno de estos. Primero, indicó que los entregables o los avances presentados fueron iterativos y vario según la etapa en la cual se encontraban. En la primera fase, eran diagramas de flujos del laboratorio; luego, fueron recintos con especificaciones y distribución de cada ambiente; por último, planos y modelo 3D. Los criterios de priorización fueron los del flujo de las muestras, el proceso constructivo, residuos o elementos presentes en

el laboratorio y la complejidad. Además, el entrevistado mencionó que los cambios dispuestos por parte del *Product Owner* generaban mejoras y un aumento del valor del producto entregado.

Dentro de la cuarta variable “Proceso”, el entrevistado E-1 ayudó a identificar los procesos del marco de trabajo utilizado y las observaciones en cada uno. Primero, indicó que los *Sprints* del proyecto no tenían un tiempo estándar, sino los tiempos eran de acuerdo a la magnitud de la tarea programada. Las reuniones del equipo de trabajo eran diarias y participaban los actores del equipo de trabajo y los jefes de laboratorio. En estas reuniones, se aprovechaba para dar solución a los impedimentos con una visión interdisciplinaria. Por otro lado, en las reuniones con el cliente que eran semanales también participan los *stakeholders*. Estas se realizaban todos los miércoles, en las cuales podían levantarse observaciones. Por último, en las reuniones de *Sprint Retrospective*, se realizaban mejoras en la forma de trabajo del equipo para lograr los alcances de los avances de manera óptima.

Dentro de la quinta variable “Control”, el entrevistado E-1 mencionó los métodos de control de trabajo utilizados en el proyecto. Entre las cuales mencionó el *Burndown Chart* y Kanban. Estas herramientas entregaban métricas de trabajo por grupo e individualmente, las cuales se actualizaban periódicamente para ver el avance cuantitativo y gráfico del proyecto.

#### **4.1.2 Entrevista 2**

Dentro de la primera variable “Información General”, el entrevistado E-2 explicó que el proyecto contaba con un área construida de 5328.7 m<sup>2</sup>. Del mismo modo, indicó que el tiempo estimado para el diseño del proyecto era de 6 meses; sin embargo, la complejidad del trabajo, así como los requerimientos especiales de este, generaron que el tiempo de la etapa de diseño se prolongue a 14 meses. En los cuales 7 fueron para levantamiento de información y 7 de diseño.

El entrevistado indicó que el área de laboratorios presentaba diferentes especialidades, las cuales eran las siguientes:

- Laboratorios de medio ambiente
- Laboratorio de fármacos
- Laboratorio de microbiología
- Laboratorio de productos alimenticios

Estos laboratorios tenían restricciones especiales de acuerdo a las actividades que se planeaban realizar. Entre las restricciones mencionadas se encontraban las restricciones de temperatura, humedad, equipamiento, distribución, hermetismo, entre otras. Del mismo modo, indicó la presencia de gases citotóxicos, el requerimiento de ambientes inocuos y la presencia de elementos acordes al tipo de pruebas a realizar. Por ejemplo, tableros especiales para ácidos o bases, pisos de cemento pulido o pisos vinílicos, lo cual generaba que el proyecto sea complejo. Por otro lado, el entrevistado mencionó que el cliente tenía una participación activa en el diseño a través de sus jefes de laboratorio que se encargaban de realizar las observaciones pertinentes.

Dentro de la segunda variable “Roles”, el entrevistado E-2 ayudó a identificar cuáles eran los roles presentes en el proyecto, las funciones de cada uno de estos y las interacciones. En primer lugar, el *Product Owner* era el representante del cliente que contaba con toda la información del proyecto y era el encargado de aprobar y levantar las observaciones a cada recinto, plano o entregable. Además, era el que se mantenía en comunicación con todo el equipo con el objetivo de absolver las consultas del equipo de trabajo. En segundo lugar, en el rol de *Scrum Master*, el entrevistado indicó que era el encargado de verificar que se cumplan los procesos y acuerdos entre los miembros de trabajo y el cliente. En tercer lugar, se encuentra el equipo de trabajo, el cual estaba compuesto por los diseñadores y los jefes de laboratorio. En

este apartado, él como miembro del equipo de trabajo cuantificó la cantidad de profesionales, los cuales eran los siguientes:

- 4 arquitectos
- 2 especialistas en supervisión
- 2 especialistas en diseño industrial
- 2 especialistas en estructuras
- 2 especialistas en instalaciones sanitarias
- 2 especialistas en instalaciones eléctricas

El entrevistado indicó que el método de trabajo a utilizar lo decidía cada área y no existía jerarquía dentro de este equipo de trabajo. Las herramientas de trabajo utilizadas fueron Revit, Excel, AutoCAD.

Dentro de la tercera variable “Producto”, el entrevistado E-2 indicó que los entregables eran diagramas de flujos del laboratorio; luego, fueron recintos con especificaciones y distribución de cada ambiente; por último, planos y modelo 3D. Además, el entrevistado aclaró que los cambios eran dispuestos por parte del *Product Owner* y los jefes de laboratorio.

Dentro de la cuarta variable “Proceso”, el entrevistado E-2 ayudó a identificar los procesos del marco de trabajo utilizado y las observaciones en cada uno. Primero, indicó que los *Sprints* del proyecto no tenían un tiempo estándar, sino los tiempos eran de acuerdo a la magnitud de la tarea programada. Las reuniones del equipo de trabajo eran diarias y participaban los actores del equipo de trabajo y los jefes de laboratorio. Por otro lado, las reuniones con el cliente y PO tenían una duración de 8 horas en las cuales se exponían los avances. En estas también se programaban reuniones de los proveedores, los cuales explicaban las funcionalidades de los productos a ambos comités. Por otro lado, luego de realizar la entrega de los avances, el comité

del cliente entregaba las observaciones de los recintos y el equipo de desarrollo tenía un plazo máximo de 3 días para levantar dichas observaciones y entregar las modificaciones.

Dentro de la quinta variable “Control”, el entrevistado E-2 mencionó los métodos de control de trabajo utilizados en el proyecto. Entre las cuales mencionó el *Burndown Chart* y Kanban. Estas herramientas entregaban métricas de trabajo por grupo e individualmente, las cuales se actualizaban periódicamente para ver el avance cuantitativo y gráfico del proyecto.

### 4.1.3 Entrevista 3

Dentro de la primera variable “Información General”, el entrevistado E-3 explicó que el proyecto contaba con un área construida de aproximada de 5100 m<sup>2</sup>. Además, indicó que el tiempo estimado para el diseño del proyecto era de 6 meses; sin embargo, la complejidad del trabajo, así como los requerimientos especiales de este generaron que el tiempo de la etapa de diseño se prolongue a 14 meses. En los cuales 7 fueron para levantamiento de información y 7 de diseño.

El entrevistado indicó que el área de laboratorio presentaba diferentes especialidades, las cuales eran las siguientes:

- Laboratorios de medio ambiente
- Laboratorio de fármacos
- Laboratorio de microbiología
- Laboratorio de productos alimenticios

Estos laboratorios tenían restricciones especiales de acuerdo a las actividades que se planeaban realizar. Por ejemplo, el entrevistado indicó que el laboratorio de fármacos contaba con un estricto flujo de la muestra, la cual tenía que ser validada y aceptada por la INS. Por esto, el fármaco debía pasar por un laboratorio de microbiología y química exclusivo para esta

área. Además, este laboratorio necesitaba aguas con pureza nivel 1 para el trabajo de las muestras. Para esto, se necesitaba almacenes de fluido y un complejo proceso de filtrado. Por otro lado, el laboratorio de medio ambiente y productos alimenticios compartían su laboratorio de microbiología; sin embargo, tenían que cumplir con el flujo de las muestras para cada área.

El alcance del proyecto contaba con 50 habitaciones en el primer nivel, el cual era el área de laboratorios, los cuales se dividían de la siguiente manera.

- 15 salas para el área de medio ambiente
- 15 salas para el área de industria alimentaria
- 10 salas para el área de microbiología
- 10 salas para el área de fármacos

El entrevistado indicó la presencia de gases citotóxicos, el requerimiento de ambientes inocuos y la presencia de elementos acordes al tipo de pruebas a realizar. Por ejemplo, tableros especiales para ácidos o bases, pisos de cemento pulido o pisos vinílicos, lo cual generaba que el proyecto sea complejo. Los riesgos presentes en el laboratorio eran riesgos de incendio o inundación, los cuales podían generar defectos en los artefactos dentro de cada ambiente. Los sistemas contra estos riesgos tenían que velar por el cuidado de estos con medidas que no afecten en su posterior funcionamiento.

Dentro de la segunda variable “Roles”, el entrevistado E-1 ayudó a identificar cuáles eran los roles presentes en el proyecto, las funciones de cada uno de estos y las interacciones. En primer lugar, el *Product Owner* era el representante del cliente que contaba con toda la información del proyecto, encargado de aprobar y levantar las observaciones a cada recinto, plano o entregable. Además, era el que se mantenía en comunicación con todo el equipo con el objetivo de absolver sus consultas. En segundo lugar, el entrevistado indicó que el *Scrum Master* era el encargado de se cumplan los procesos y acuerdos entre los miembros de trabajo

y el cliente. En tercer lugar, se encuentra el equipo de trabajo, el cual estaba compuesto por los diseñadores y los jefes de laboratorio. En el equipo de trabajo contaba con áreas de estructuras, arquitectura, hvac, sanitarias, comunicaciones y electricidad. El entrevistado indicó que el método de trabajo a utilizar lo decidía cada área y no existía jerarquía dentro de este equipo de trabajo.

Dentro de la tercera variable “Producto”, el entrevistado E-1 ayudó a identificar los criterios de diseño de proyecto, la gestión de cambios, cómo identificarlos los requerimientos y la forma de priorización de cada uno de estos. Primero, indicó que los entregables o los avances presentados fueron iterativos y varió según la etapa en la cual se encontraban. En la primera fase, eran diagramas de flujos del laboratorio; luego, fueron recintos con especificaciones y distribución de cada ambiente; por último, planos y modelo 3D.

#### **4.1.4 Entrevista 4**

En la primera variable “Información General”, el entrevistado mencionó las áreas a diseñar en el proyecto, las cuales son las siguientes:

- Laboratorios de medio ambiente
- Laboratorio de fármacos
- Laboratorio de microbiología
- Laboratorio de productos alimenticios

La disposición de los ambientes de las áreas mencionadas cumplía con los flujos o recorridos específicos de las muestras. Además, el laboratorio tenía mobiliario extraído de los catálogos de los proveedores, los cuales eran de materiales y dimensiones específicas. Esto de acuerdo a los ensayos a realizar en cada ambiente.

Del mismo modo, el entrevistado mencionó que alguno de los profesionales que trabajaron en el desarrollo del proyecto contaban con una experiencia en diseños de laboratorios, sin embargo, el entrevistado precisó que los laboratorios no tenían la magnitud y la complejidad del LAB Internacional, ya que este era un proyecto único en el país. En consecuencia, en el desarrollo del proyecto, el equipo de diseño contó con asesores y los profesionales ganaron experiencia con el transcurso del tiempo. En el desarrollo, el cliente tenía una participación exhaustiva como parte de los asesores del proyecto y de observaciones. Estas observaciones necesitaban cumplir estándares de la central en EE.UU. y estándares de la sede en Perú.

En la segunda variable “Roles”, el entrevistado apoyó en la verificación de la presencia de los roles del marco de trabajo Scrum y las funciones de estos actores. Por otro lado, el entrevistado brindó detalles claros de la forma de trabajo del equipo de desarrollo. Por ejemplo, indicó que sí existía jerarquía entre los participantes; sin embargo, esta jerarquía no era entre áreas, sino entre la autoorganización de los bloques o especialidades de diseño. También, indicó que la forma de trabajo la definía cada área de trabajo según la filosofía de sus ramas y de la pericia.

En la tercera variable “Producto”, el entrevistado indicó que llegaron a la identificación de requisitos de cada ambiente mediante lluvia de ideas y de elaboración de modelos básicos de los recintos, los cuales fueron aprobados por el cliente después de la reorganización y de varias iteraciones de propuestas. También, mencionó los problemas que existieron en estas iteraciones, ya que el cliente, al no contar con el cruce de algunos flujos de muestras, la reorganización se complicaba porque había cruce de elementos estructurales, instalaciones, entre otros. Por otro lado, mencionó cual fue la evolución de los entregables durante el desarrollo del proyecto, la cual inició con la conceptualización y organización de los recintos

en Excel; luego, fue la elaboración de los planos y, por último, la elaboración de diseño BIM de los ambientes.

En la cuarta variable “Proceso”, el entrevistado indicó que las iteraciones no tenían tiempo establecido, sino tiempo variable dependiente a la carga laboral de cada *Sprint*. Además, que, teniendo en cuenta las observaciones por los asesores, el cliente era flexible en el tiempo de entrega de los avances. Además, indicó la importancia del *Scrum Master* en las reuniones, ya que él se encargaba de levantar las trabas del equipo de trabajo. Del mismo modo, el entrevistado indicó que las interacciones si aumentan valor agregado al producto entregado al cliente. Por último, indicó que las reuniones ayudaban a mejorar la metodología del trabajo, pero en algunos casos el tiempo no era el adecuado o no se enfocaba las reuniones a lo previsto en la agenda de manera efectiva.

#### **4.1.5 Entrevista 5**

En la primera variable “Información general”, el entrevistado indicó que el tiempo presupuestado inicialmente se modificó por solicitud del cliente, ya que el proyecto, al ser complejo, necesitaba requerimiento que debían ser aprobados a base de iteraciones. Además, indicó que los ambientes de los laboratorios tenían requerimientos especiales, los cuales variaban de acuerdo a los procesos que se llevarían a cabo en cada recinto y de las condiciones necesarias de los insumos a utilizar en cada ensayo. Del mismo modo, indicó que uno de los requerimientos importantes era la presión existente en cada ambiente, ya que se debía evitar la contaminación cruzada de gases presentes en cada ambiente. Esto debido a que en diferentes ambientes se trabajaban con elementos citotóxicos. Por otro lado, indicó que los riesgos más importantes que presentaban los laboratorios eran de inundación, incendios e intoxicación del personal por gases presentes. Debido a estos riesgos, el proyecto aumentaba en complejidad,

ya que se necesitarían instalaciones específicas para atender cada uno de estos sin dañar las maquinarias existentes.

Del mismo modo, indicó que los profesionales no contaban con experiencia en proyectos de esta magnitud, lo cual generó que el cliente y sus asesores estén presentes de manera activa en el proyecto, los cuales guiaban el diseño y levantaban observaciones para mejorar el producto.

En la tercera variable “Producto”, indicó que el representante del cliente daba las consideraciones de los laboratorios a través de informes de cada ambiente en el cual indicaba necesidades y requerimientos de estos. Es decir, indicaron que era lo que esperaban recibir, pero el equipo de trabajo escogía la metodología de evolución de entregables, los cuales eran flujos, esquemas, recintos y planos. La estructuración fue a través de esquemas de bloques funcionales de cada área. Después, el entrevistado indicó que la priorización fue por la codependencia y diagramación de flujos. Por último, indicó que la variabilidad de los requerimientos no fue drástica o profunda, sino replanteos simples.

En la cuarta variable “Proceso”, indicó que las entregas aumentaban de complejidad, lo cual generaba que los tiempos para los entregables incrementaban con el paso del tiempo. Por otro lado, indicó la presencia de reuniones secuenciales en las cuales se informaban los avances de los involucrados y se resolvían los problemas de requerimientos de información y se levantaban trabas por parte del equipo de gestión. Las herramientas que utilizaban en cada reunión eran de A360, Excel entre otros como lo indicó el entrevistado. Por último, indicó que los criterios de diseño se modificaron hasta que el cliente estuvo conforme con la calidad de entregables.

Las transcripciones de las entrevistas completas se ubican en el Google Drive, en el siguiente enlace: [Entrevistas redactadas - Google Drive](#)

## 4.2 Análisis transversal

En este inciso se realizará la comparación de lo obtenido en cada entrevista. Así se podrá analizar cada factor desde la perspectiva de los diferentes profesionales y evaluar que perspectiva es transversal.

### 4.2.1 Información general

#### Identificación y magnitud del proyecto

La información general e inicial del proyecto es importante para establecer los principales parámetros, características, metodología del plan de diseño.

Los entrevistados 1, 2 y 3 indicaron que el proyecto tenía poca información inicial, la cual era el área del terreno, costo estimado del proyecto y tiempo presupuestado, los dos últimos puntos era **información variable**. El entrevistado 5 indicó que la **variabilidad de este tiempo fue por parte del cliente**, ya que el cambio de requerimientos generó la dilatación del tiempo presupuestado. Además, se indicaron las áreas que presentes en el funcionamiento del laboratorio. Esta última información fue indicada por los 5 entrevistados.

#### Magnitud del proyecto

En las 5 entrevistas, los profesionales indicaron que el proyecto fue complejo. Esto lo argumentan los 5 entrevistados debido a la presencia de requerimientos específicos para cada ambiente, los cuales eran temperatura, humedad, presión y gases.

En el caso de los entrevistados 1, 2, 3 y 4, indicaron que la complejidad del proyecto aumentó debido a la disposición de los ambientes, ya que se regían por el **flujo de la muestra** (“recorridos específicos”); por ejemplo, el área de preparación y la sala de lectura de la muestra no debían contar con una distancia considerable. De la misma forma, los muebles específicos

para cada tipo de ensayos a realizar y los insumos necesarios para estos; por ejemplo, el entrevistado 3 indicó que el **tipo y material del mueble** a utilizar iba regido a los ensayos a realizar en cada ambiente. Del mismo modo, los entrevistados 1, 2, 3 y 4 indicaron que uno de los requerimientos de insumos más relevante fue el poder obtener el nivel de **pureza del agua**, ya que se necesitaba instalaciones específicas y un almacén específico para cumplir con dicho objetivo. En caso de los entrevistados 3 y 5, indicaron que la presencia de los riesgos de **inundación, incendio e intoxicación** generaban que el proyecto sea más complejo, ya que se hizo necesaria la implementación de instalaciones específicas en cada ambiente que respondan a estos riesgos y que no pongan en riesgo a la **maquinaria especializada**.

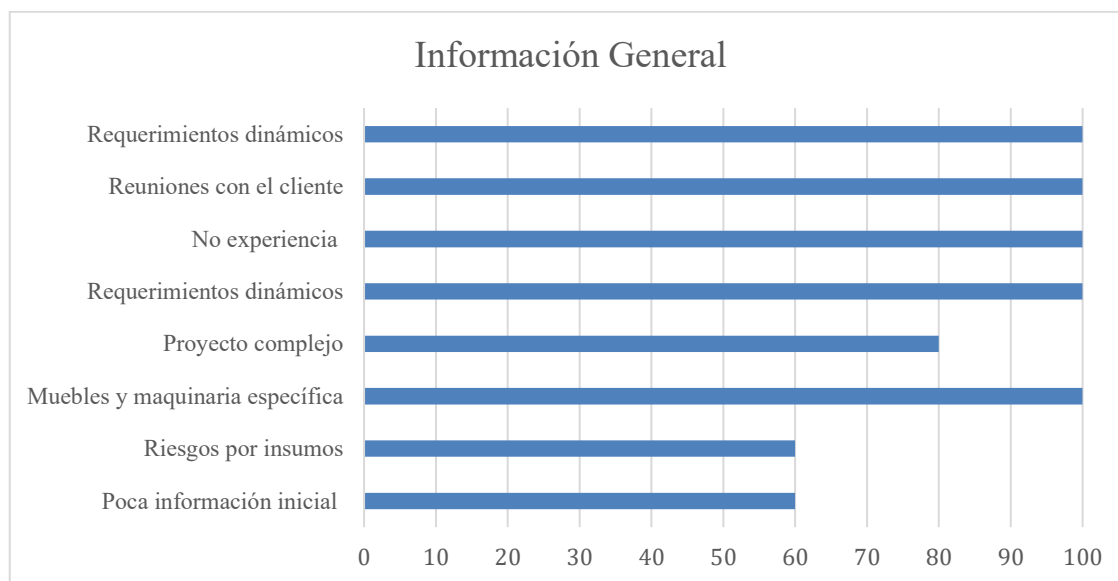
Por otro lado, los entrevistados 1,2,3 y 5 indicaron que la complejidad del proyecto aumentaba por la alta presencia de riesgos, los cuales podían ser **riesgos citotóxicos, confluencia de gases, inundación e incendio de los elementos presentes**. Los entrevistados 3 y 5 indicaron que estos riesgos aumentaban la complejidad del proyecto, ya que las instalaciones preventivas debieron ser específicas a los posibles tipos de incendios presentes, lo cual dependería de la maquinaria presente en cada uno de los ambientes.

### **Marco ágil**

En primer lugar, los 5 entrevistados indicaron que **no contaban con experiencia previa en un proyecto de gran magnitud** como el LAB International; sin embargo, los entrevistados 1, 3, 4 y 5 indicaron que si realizaron el diseño de laboratorios de menor envergadura.

Del mismo modo, la totalidad de los entrevistados indicaron que fue **necesario reunirse con el cliente periódicamente** para poder levantar observaciones en cada fase del proyecto. Además, que los requerimientos del proyecto eran **dinámicos** y fueron variables en el tiempo debido a que el objetivo que tenía el cliente era de realizar un proyecto completamente eficiente.

En la Figura 5. se muestra la representación porcentual de las ideas más relevantes de los 5 entrevistados acerca de la información general del proyecto LAB International.



**Figura 5.** Resumen del análisis transversal de la información general

#### 4.2.2 Roles

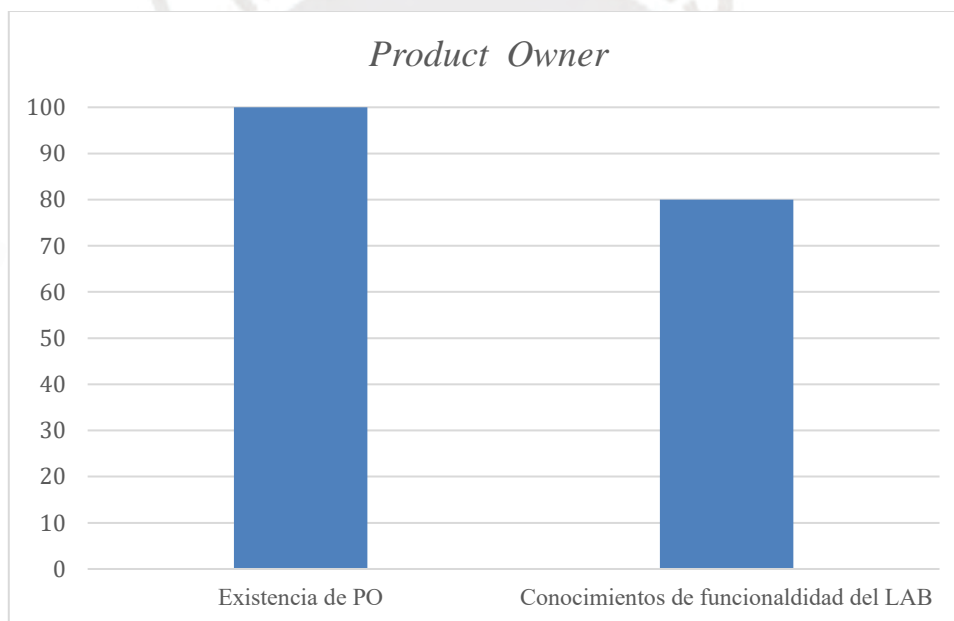
Las cinco entrevistas permitieron identificar la existencia de los 3 roles presentes en el marco de trabajo Scrum en el proyecto de laboratorio, los cuales son el *Product Owner*, *Scrum Master* y el Equipo de desarrollo. Además, se identificaron sus funciones principales y como se desarrollaron a lo largo de la etapa de diseño.

#### Product Owner

En las 5 entrevistas, los profesionales indicaron la existencia de un **equipo de especialistas** en los diferentes tipos de laboratorios presentes en el proyecto. Del mismo modo, los entrevistados 1, 2 y 3 indicaron que existía un coordinador, el cual era el que daba las conformidades finales de los entregables.

Los 5 entrevistados indicaron las funciones de este rol en el proyecto. El equipo de especialistas y el coordinador, como lo mencionaron los entrevistados 1, 2 y 5, no presentaban conocimientos bastos en el sector de la construcción; sin embargo, contaban con la preparación y experiencia adecuada en el tema de requerimientos y la **funcionalidad de los ambientes del laboratorio**, por lo que eran los encargados **de levantar observaciones y de dar conformidad** a las entregas por parte del equipo de trabajo. Estas últimas acciones se realizaban a través de **reuniones** secuenciales con el equipo de trabajo.

En la Figura 6. se muestra la representación porcentual de evidencia de la existencia del rol *Product Owner* y de las características más relevantes mencionadas por los entrevistados.



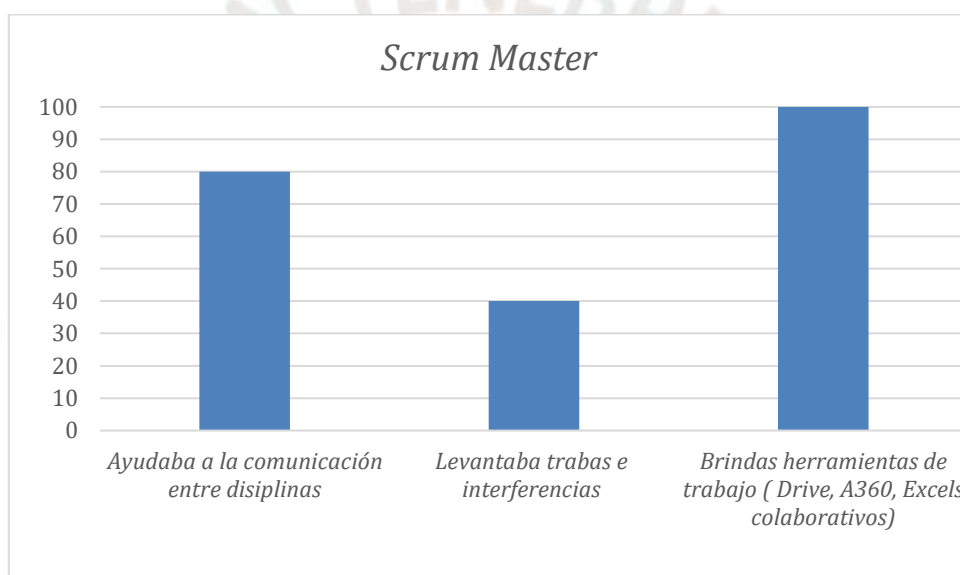
**Figura 6.** Resumen del análisis transversal del Product Owner

### **Scrum Master**

El segundo rol mencionado en las entrevistas fue el de *Scrum Master*, el cual, según las entrevistas 1, 2, 3 y 5, fue quien se encargaba de la supervisión de la metodología de trabajo, velar por **la correcta comunicación** entre las diferentes áreas de trabajo del equipo de desarrollo, **cumplimiento de tiempos estimados**. Además, en la entrevista 4, el profesional indicó que otra función que cumplía era de **levantar trabas e interferencias** que surgían con

cada especialidad. Estas funciones las cumplía a través de **reuniones interdisciplinarias** con el equipo de trabajo y una comunicación constante, lo cual indicaron todos los entrevistados. Además, en las entrevistas se indicaron las herramientas brindadas por el *Scrum Master* para realizar el trabajo colaborativo. Los 5 entrevistados indicaron que las herramientas utilizadas fueron **Drive, Excel y A360**.

En la Figura 7. Se muestra la representación porcentual de evidencia de la existencia del rol de *Scrum Master* y de las funciones principales del mismo mencionadas por los entrevistados.



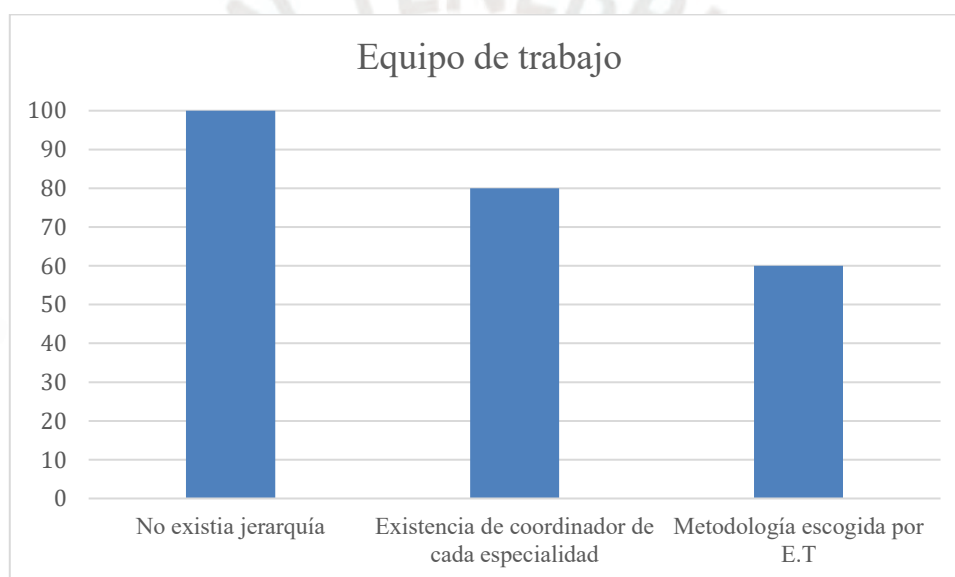
**Figura 7.** Resumen del análisis transversal del Scrum Master

### **Equipo de desarrollo**

El tercer rol mencionado en las entrevistas fue el de equipo de desarrollo, el cual era conformado por las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, ventilación, iluminación, jefes de laboratorio, entre otros. Estas especialidades fueron mencionadas por los 5 entrevistados. Además, los entrevistados coincidieron en que en el equipo de desarrollo **no existía jerarquía** entre los actores; sin embargo, si **existía un coordinador de cada especialidad**, el cual estaba encargado de una mayor comunicación con

el equipo de gestión de obra y del cumplimiento de plazos. Por último, los 5 profesionales entrevistados indicaron que el **método de trabajo fue escogido por cada especialidad** y que dicha elección se tomó basada en la especialidad y filosofía, las cuales estaban guiadas al objetivo de solucionar los problemas del proyecto de una manera efectiva. Las diversas especialidades presentaban una comunicación fluida dentro del proyecto para la creación de entregas incrementales y funcionales.

En la Figura 8. Se muestra la representación porcentual de las características y funciones de los integrantes del equipo de trabajo.



**Figura 8.** Resumen del análisis transversal del Equipo de trabajo

### 4.2.3 Producto

#### Product Backlog

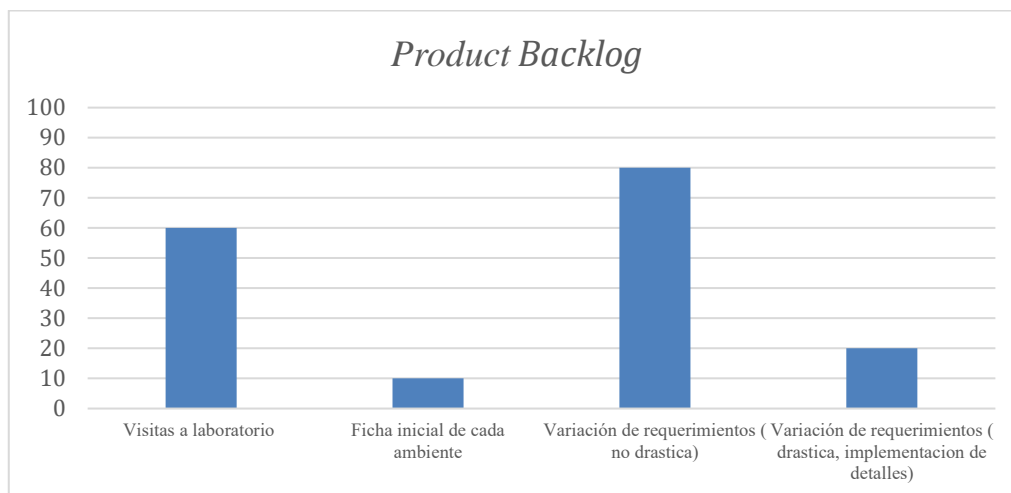
En el factor de *Product Backlog*, la totalidad de los entrevistados mencionaron que los requerimientos fueron dados por el *Product Owner* y el cliente. Los entrevistados 2, 4 y 5 indicaron que estos requerimientos fueron informados por medio de **visitas** para observar el funcionamiento óptimo del laboratorio y los requerimientos **complementarios** fueron brindados de forma **oral**. Por otro lado, el entrevistado 3, el cual cumplía el rol de *Product*

*Owner*, indicó que se realizó **una ficha de cada laboratorio** para que los profesionales elegidos en el organigrama del proyecto se familiaricen con las funcionalidades y objetivos. Dentro de la ficha e información de los requerimientos, los entrevistados indicaron que se encontraba lo siguiente: lista de mobiliario, requisitos de ingeniería (extracción de aire, humedad, temperatura, entre otros) y ubicación.

Por otro lado, el entrevistado 1 indicó que la estructuración de los requerimientos se realizó mediante la **categorización de ambientes**, gases que se necesitaban, tipo de condiciones, entre otros. Del mismo modo, la totalidad de los entrevistados indicaron que la priorización de tareas se realizó basada en el **flujo de trabajo de las muestras** del laboratorio y del proceso. Por otro lado, el entrevistado 1 indicó que se priorizaban en un **consenso de grupo** por una votación que tenía como objetivo una línea de mejora.

Por último, la totalidad de los entrevistados indicaron que las variaciones de los entregables o requerimientos del proyecto **no fueron tan drásticas**. Además, indicaron que el efecto del cambio de requerimiento fue el aumento en el **valor agregado al proyecto**. Sin embargo, el entrevistado 4 indicó que el cambio de requerimientos fue **perjudicial** cuando ya se encontraban en el proceso **de implementación de detalles**, lo cual generaba retrabajos.

En la **Figura 9**. Se muestra la representación porcentual, en primer lugar, de las formas de obtención de información; en segundo lugar, indica las características del *Product Backlog* obtenidas en las entrevistas.



**Figura 9.** Resumen del análisis transversal del Product Backlog

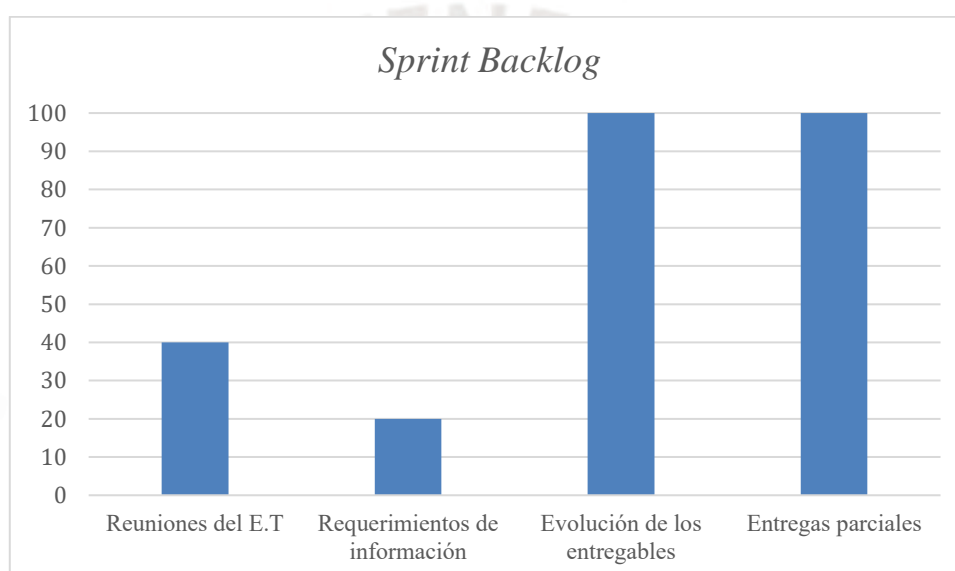
### Sprint Backlog

Los entrevistados 1 y 2 indicaron que se definía la cantidad de tareas a realizar dentro de cada periodo de entrega a través de **reuniones de equipo de trabajo** en las cuales se tomaba en cuenta el **cronograma maestro**, como lo indicó el entrevistado 3, y **los recursos o información necesaria** para seguir con el desarrollo del proyecto. Es decir, como las entregas fueron producto de un trabajo interdisciplinario, se observaban los requerimientos previos para seguir con el diseño. Asimismo, los 5 entrevistados indicaron que **los entregables legales** como lo son permisos de aceptación y tramites con el estado no podían preverse de manera adecuada, ya que estos organismos no seguían tiempos rígidos, lo cual generaba problemas en la programación.

Por otro lado, los 5 entrevistados indicaron el proceso de evolución de los entregables, el cual inició con los **bosquejos** que indicaban los sistemas necesarios y el listado de mobiliarios, los cuales luego fueron validados por los jefes de laboratorio. Después, dichos recintos ya validados se convertían en ilustraciones **2D** y **modelos BIM**, los cuales ayudaron a levantar interferencias entre las áreas.

Por último, en este factor, los 5 entrevistados indicaron que se **realizaron entregas parciales de avance** y levantamiento de observaciones. Los requisitos que tenían las iteraciones era que tengan en cuenta la funcionalidad de los recintos o ambientes. El entrevistado 2 indicó que en total se realizaron 33 iteración en la fase de conceptualización para obtener los recintos aceptados y validados.

En la Figura 10. Se muestra la representación porcentual de la existencia de los eventos encontrados dentro del *Sprint Backlog*.



**Figura 10.** Resumen del análisis transversal del *Sprint Backlog*

#### 4.2.4 Proceso

##### Sprint

Los 5 entrevistados indicaron que el tiempo para cada iteración era definido por la gestión de proyecto y el equipo de trabajo. Este tiempo se establecía debido a la **magnitud del trabajo programado** en las reuniones y del expertise de los profesionales. Además, los profesionales indicaron que los tiempos de los entregables no eran constantes, sino flexibles y variables, lo cual dependía de la disponibilidad de los recursos e información interdisciplinaria

### **Sprint Planning**

Los entrevistados 1 y 2 indicaron que las tareas se planificaban **midiendo y destacando las tareas faltantes**. Además, los entrevistados 4 y 5 indicaron que estas tareas faltantes se **agrupaban en bloques** para la correcta gestión de información dependiente entre bloques de trabajo.

Por otro lado, los entrevistados 2, 4 y 5 indicaron que los tiempos establecidos **si fueron concordantes con la cantidad de trabajo prevista** en cada iteración. Sin embargo, los entrevistados 1 y 5 indicaron que existieron pequeños inconvenientes de **requerimientos de información** para culminar con la totalidad del entregable de manera exitosa; sin embargo, en todos lo entregables si se entregó la información mínima indispensable solicitada por el cliente.

### **Daily Meeting**

Los entrevistados indicaron que las reuniones no se dieron de manera diaria, ya que dependía de la fase del proyecto. Sin embargo, si se realizaron reuniones periódicas, las cuales tenían por duración entre 1 y 3 horas dependiendo de la agenda establecida. Los entrevistados 1, 2, 4 y 5 indicaron que los objetivos esenciales de estas reuniones de equipo interdisciplinario era **presentar los avances** y la fase en la cual se encontraban; del mismo modo, se **presentaban los impedimentos encontrados**, los cuales se levantaban junto al equipo de gestión (*Scrum Master*).

### **Sprint Review**

Los entrevistados 1, 2, 4 y 5 indicaron que se reunían con el cliente **una vez a la semana** vía teleconferencia. Además, indicaron que se tenía una agenda de los puntos a tratar. El entrevistado 1 indicó que la importancia de esta agenda era que el cliente tenga en cuenta que información se presentaría y **que información se requeriría de su parte** para continuar con

el flujo de trabajo, ya que los entrevistados indicaron que en estas reuniones se obtenía las operaciones por parte del cliente y el control de calidad de los entregables.

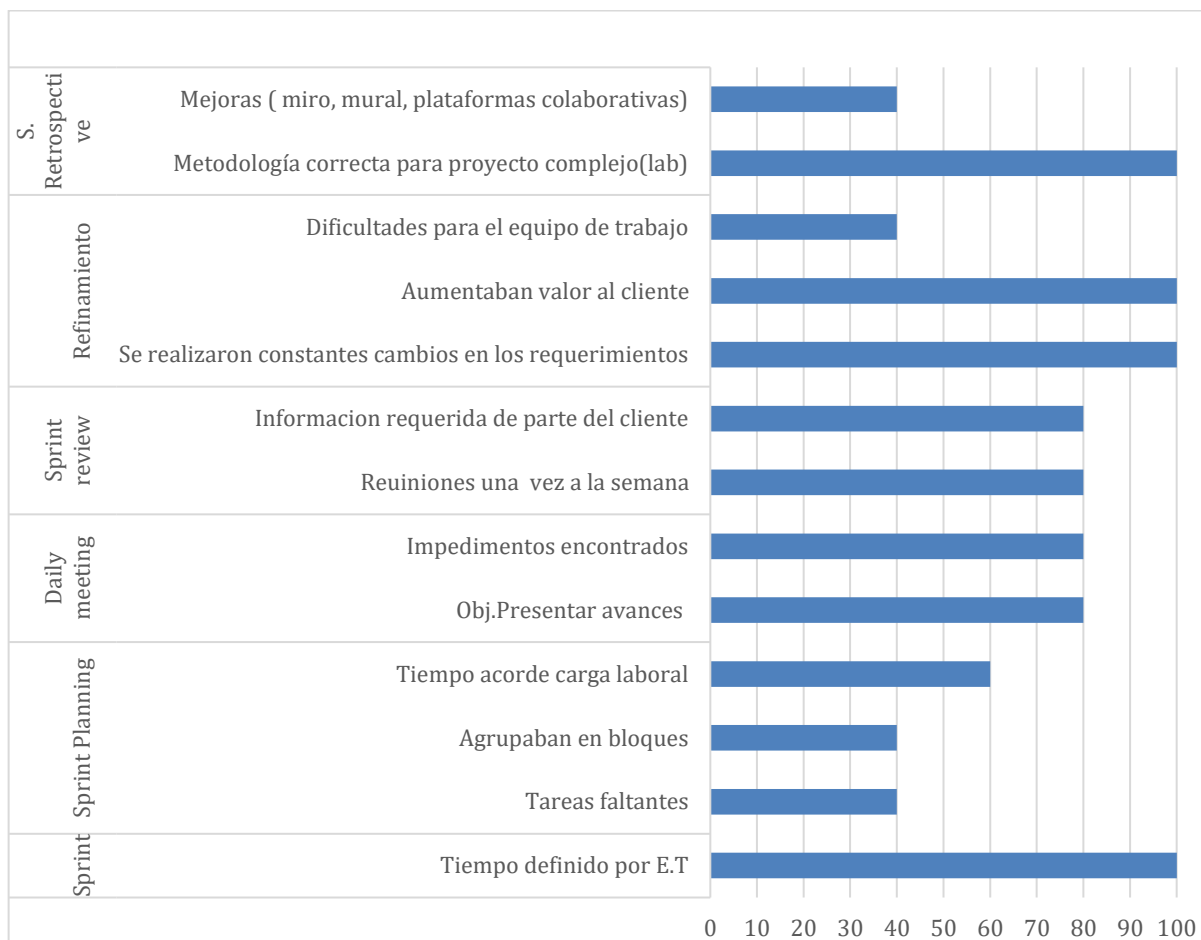
### **Refinamiento**

Los entrevistados 1, 2, 4 y 5 indicaron que **sí se realizaron cambios en los requerimientos**, ya que fue un trabajo iterativo. El entrevistado 2 sumó a esto que fueron en total **33 cambios realizados**. Estos cambios eran los que **aumentaban valor agregado** al producto final. Por otro lado, no se realizaban planes para la implementación de cambios, ya que, como estaban en proceso, solo se debatía los cambios indicados por el cliente entre la gestión del proyecto y el equipo de trabajo para ver la poca afectación al proyecto.

### **Sprint Retrospective**

Los entrevistados 1, 2, 4 y 5 indicaron que el **plan de diseño fue óptimo** para enfrentar los retos de un proyecto complejo como el diseño del LAB International. A esto los entrevistados 1 y 4 indicaron que **implementando plataformas asíncronas** el trabajo podría reducir flujos de trabajo como lo son Miro o Mural.

En la Figura 11. Se muestra la representación porcentual de todas las características de los eventos existentes en el proceso del marco de trabajo *Scrum*, las cuales fueron mencionadas en las 5 entrevistas.

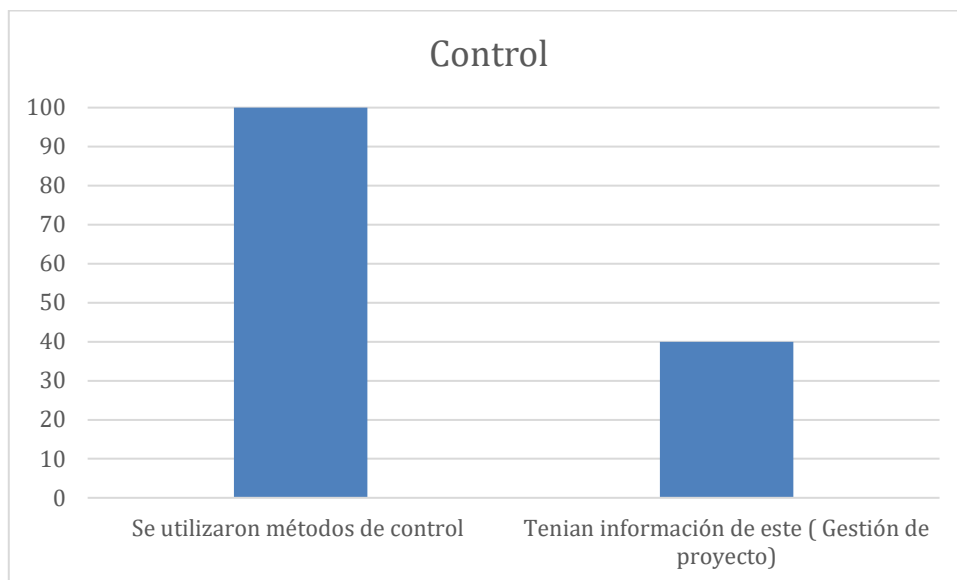


**Figura 11.** Resumen del análisis transversal del Proceso

#### 4.2.5 Control

Los entrevistados 1 y 2 que eran parte del equipo de gestión indicaron que utilizaron plataformas para el monitoreo de desarrollo del proyecto, las cuales fueron **kanban, Excel y Omniplan**, en las cuales mostraban las métricas de avance de las especialidades existentes.

En la Figura 12. Se muestra la representación porcentual de la existencia de métodos de control y de la accesibilidad a la información de este método.



**Figura 12.** Resumen del análisis transversal de la variable de Control



## **CAPÍTULO V: INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

El presente capítulo cuenta con la información relevante del uso del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño del proyecto LAB International.

### **5.1 Información general**

El proyecto en estudio consiste en un laboratorio ubicado en el distrito de San Miguel de aproximadamente 10000 metros cuadrados de área techada para la empresa LAB International en el año 2018. Dicho proyecto se dedica al desarrollo de programas de certificación y estándares de salud pública para brindar ayuda y protección al medio ambiente, alimentos, agua, productos de consumo y salud. Además, ofrece otras soluciones como auditorías, capacitaciones y gestión de riesgos. Las especialidades principales presentes en dicho laboratorio son las de “Alimentos y Harina de Pescado”, “Microbiología”, “Farma”, “Micro Farma” y “Medioambiental”.

La etapa de diseño del proyecto se dividió en las tres fases siguientes: fase conceptual, fase anteproyecto y fase proyecto. Los entregables solicitados en cada fase se detallará en un próximo subcapítulo.

El diseño del proyecto se estimó para un plazo de 270 días y contó con la participación de diversas especialidades, como lo son arquitectura, estructuras, instalaciones y mobiliario del laboratorio. Asimismo, se contó con especialistas para el estudio de mecánica de suelos y evaluación de impacto ambiental.

El presupuesto de la etapa de diseño contó con un máximo de un millón de dólares americanos y se buscó una mejora del 20% de eficiencia operativa y no contar con productos no conformes tanto para los entregables parciales como finales.

## 5.2 Involucrados

El equipo de profesionales involucrados en la etapa de diseño del proyecto se lista en la Tabla 4. mostrada a continuación.

**Tabla 4.** Listado de involucrados

<b>Involucrado</b>	<b>Rol en el proyecto</b>	<b>Función principal</b>
Gerente Operaciones Corporativo sede USA	Patrocinador	Cumplir los objetivos del proyecto y con énfasis en mejorar la eficiencia operativa
Gerente Finanzas Corporativo sede USA	Patrocinador	Cumplir los objetivos del proyecto y con énfasis en no salir del Costo previsto.
Gerente Técnico Corporativo sede USA	Patrocinador	Cumplir los objetivos del proyecto y con énfasis en cumplir las normas y reglamentos para lograr la acreditación.
Gerente General-Perú	Patrocinador/ Representante legal de LAB Internacional en el Perú	Cumplir con los objetivos del proyecto.
Gerente de Proyecto	Director de Proyecto: Asignar funciones y responsabilidades	Cumplir con los objetivos del proyecto.
Jefe de Arquitectura	Encargado de realizar el diseño de planos de arquitectura e Indeci del proyecto	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.
Jefe de Instalaciones	Encargado de realizar el diseño de todas las Instalaciones del proyecto	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.
Jefe de Estructuras	Encargado de realizar el diseño de estructuras de concreto armado del proyecto	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.
Jefe de Mobiliario	Encargado de realizar el diseño de mobiliario de laboratorio del proyecto	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente.
Analista del ES	Encargado de elaborar el estudio y análisis de la resistencia del suelo del terreno del proyecto.	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente.
Analista del EIA	Encargado de elaborar la EIA producto de la construcción y operación del proyecto	Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.

<b>Involucrado</b>	<b>Rol en el proyecto</b>	<b>Función principal</b>
Jefe de Operaciones- Perú	Suministra información y requerimientos de la operación y la relación entre áreas	Verificar y validar que el diseño cumple con los requerimientos de operación.
Jefe de Infraestructura Municipalidad de San Miguel	Revisor de los planos finales en cuanto a la correcta aplicación de las normas y reglamentos.	Verificar y aprobar que el diseño cumple con los requerimientos según las normas peruanas.

Nota: Extraído de la Matriz de Interesados del proyecto.

### 5.3 Evolución de los entregables

Las versiones finales de los entregables definidos anteriormente se alcanzaron luego de un proceso de iteración y evolución constante a lo largo del proyecto. Dichas iteraciones tuvieron como objetivo principal aumentar el valor del producto al levantar observaciones del cliente y de los jefes de cada especialidad del laboratorio. A continuación, se detallará dicho proceso iterativo presente en los entregables de la especialidad de “Alimentos y Harina de Pescado”.

Según el listado de entregables, el proyecto inició con la definición de los flujos de procesos en los cuales se pueda visualizar de forma gráfica la relación de todos los procesos de las áreas a operar en el laboratorio. Dichos flujos de procesos se realizaron por cada una de las especialidades principales, lo cual permitió un mayor entendimiento de sus ambientes con el fin de buscar la optimización en la distribución de estos.






A continuación, se muestra el flujo de procesos inicial de la especialidad de alimentos en la Figura 13.



cantidades requeridas e imágenes referenciales. Se realizaron dichos detalles en cada ambiente perteneciente a cada especialidad mencionada anteriormente.

En la Tabla 5. se muestra la versión 1 de los detalles del ambiente de Gravimetría perteneciente a la especialidad de alimentos.

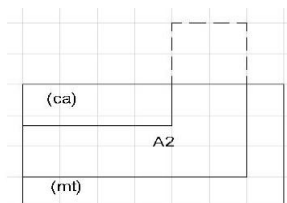






**Tabla 5.** Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 1





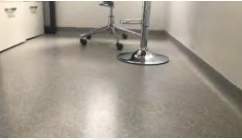
ITEM	CONDICIONES DE RECINTO	DESCRIPCIÓN	CANT	IMAGEN
1	<b>Definiciones Generales</b>	Temperatura: 17.3-22.5°C Humedad: 37-69%		
2	<b>Equipamiento</b>	Matraces	1	
		Bureta de titulación	1	
		Soporte de Bureta		
		Anaqueles de reactivos	1	
		Fiolas	1	
		Cono volumétrico		
		Motor (ensayos solidos suspendidos)		
		Matraz y embudo filtrante		

		Filtro	
		Mesa de trabajo	
		Anaqueles para documentación y materiales	1 
		Mesa de trabajo	1 
		Alarma contraincendios	
		Cámara de vigilancia	
		Sensor de Humo	
<b>3</b>	<b>Ventilación</b>	Extracción-Inyección	
<b>4</b>	<b>Residuos Generados</b>	Ácidos	
<b>5</b>	<b>Suministros Requeridos</b>	Agua desionizada	
<b>6</b>	<b>Pisos</b>	Antideslizantes	

De la misma forma, se realizó un proceso iterativo en el cual se levantaron observaciones del cliente y se añadió información adicional como el esquema general de cada ambiente. En la Tabla 6. se muestra la versión 2 del detalle del ambiente de gravimetría.

**Tabla 6.** Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 2

AMBIENTE		SALA DE GRAVIMETRIA		
<b>CODIGO</b>	<b>AL121</b>			
<b>ESQUEMA GENERAL</b>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (ca) campana de extracción 2.10</li> <li>- (mt) mesa</li> </ul>			
<b>AFORO</b>	<b>2</b>			
ITEM	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	CANT	IMAGEN
1	<b>Definiciones Generales</b>	Temperatura: 18-23 ° C Humedad: 37-69%		
2	<b>Equipamiento</b>	Campana Extractora de 1.80m (FC-121)	1	
		Mesa de trabajo al lado de la campana de 1.20 m x 0.60 m (evaluar si puede ir frente a campana la mesa de trabajo)	1	
		Plancha de Calentamiento (FC-109, FC-110)	2	
		Bomba de Vacío (FC-51)	1	
		Mesa para filtración al vacío de 1.20 m x 0.60 m	1	
		Mesa a los lados del laboratorio de 0.70 m de fondo, de preferencia en forma de L	1	

		Sensor de Humo		
			1	
3	<b>Ventilación</b>	Inyección de aire para regular la extracción de las campanas	1	
4	<b>Residuos Generados</b>	Residuos sólidos	1	
5	<b>Suministros Requeridos</b>	Agua desionizada	1	
6	<b>Pisos</b>	Antideslizante		

De forma paralela a las entregas mencionadas, se realizaron los layouts del proyecto, los cuales consistieron en gráficos generales que indicaban la ubicación de cada especialidad del laboratorio. Con esta finalidad, se plantearon diversas opciones de distribución para que el cliente pueda elegir la que le parezca apropiada. En la Figura 15. se muestra el layout elegido por el cliente.

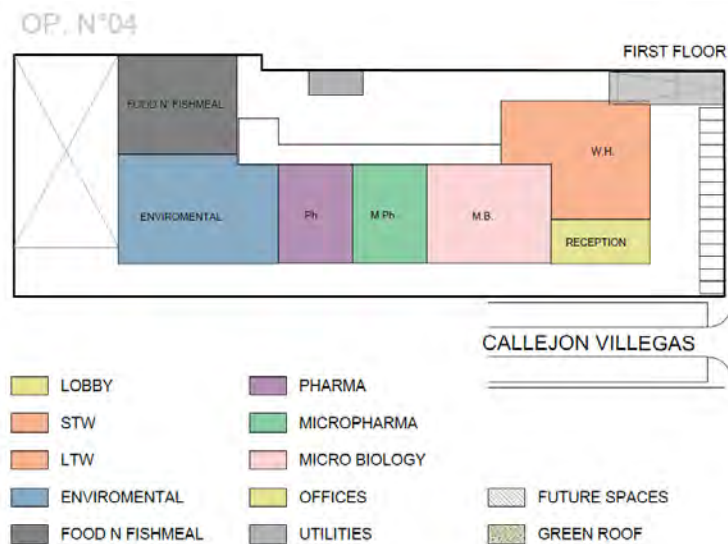


Figura 15. Layout de ubicación de especialidades

Con la ubicación de las especialidades definida, se realizó el esquema de ubicación de ambientes de cada una de dichas especialidades, lo cual permitirá iniciar con el dimensionamiento de cada ambiente en un entregable posterior. Dichas ubicaciones cumplen con lo definido en los flujos de procesos mostrados previamente con el fin de asegurar una óptima distribución de ambientes. En la Figura 16. se muestra el esquema de ubicación de ambientes utilizado en el LAB International.

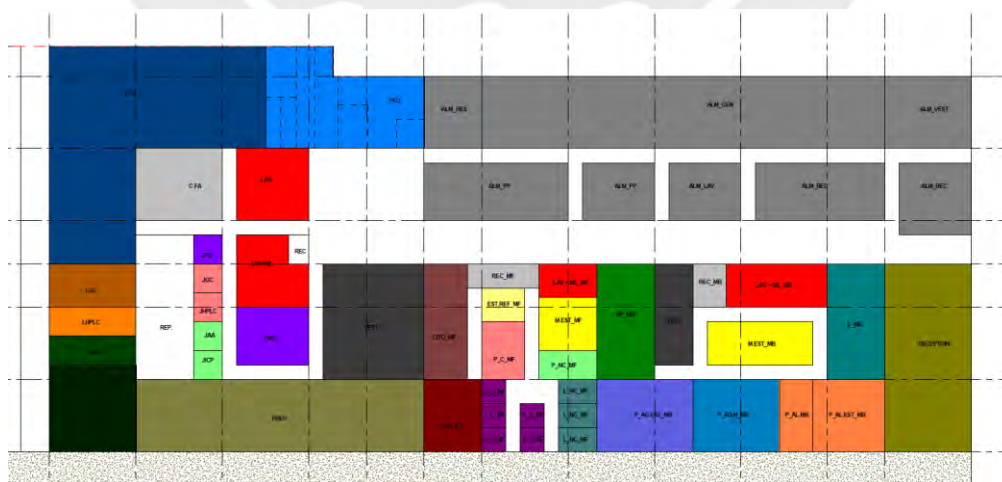


Figura 16. Esquema de ubicación de ambientes

Luego de tener un mayor detalle sobre las características, equipo, mobiliario, esquema de cada ambiente y sus ubicaciones, se procedió a elaborar la versión final de los detalles de cada ambiente. Para esta iteración, ya se poseían las dimensiones y características de cada equipamiento a utilizar para así poder ser ubicados en el espacio destinado a cada ambiente. En la Figura 17. se muestra la versión 3 de los detalles del ambiente de gravimetría, la cual incluye un plano a pequeña escala que indica la ubicación de los equipos, los sistemas HVAC incluidos y demás características relevantes del ambiente.



**Figura 17.** Detalles del ambiente de Gravimetría - Versión 3

Con las versiones iteradas de los detalles y ubicación de cada uno de los ambientes, se procedió a elaborar un esquema general que incluye a todos los ambientes pertenecientes a cada especialidad del laboratorio. En estos esquemas se indican mayor detalle de la arquitectura de los ambientes, así como los pasillos y sus distancias correspondientes. En la Figura 18. se muestra el esquema correspondiente a la especialidad de alimentos.



**Figura 18.** Esquema de la especialidad de Alimentos

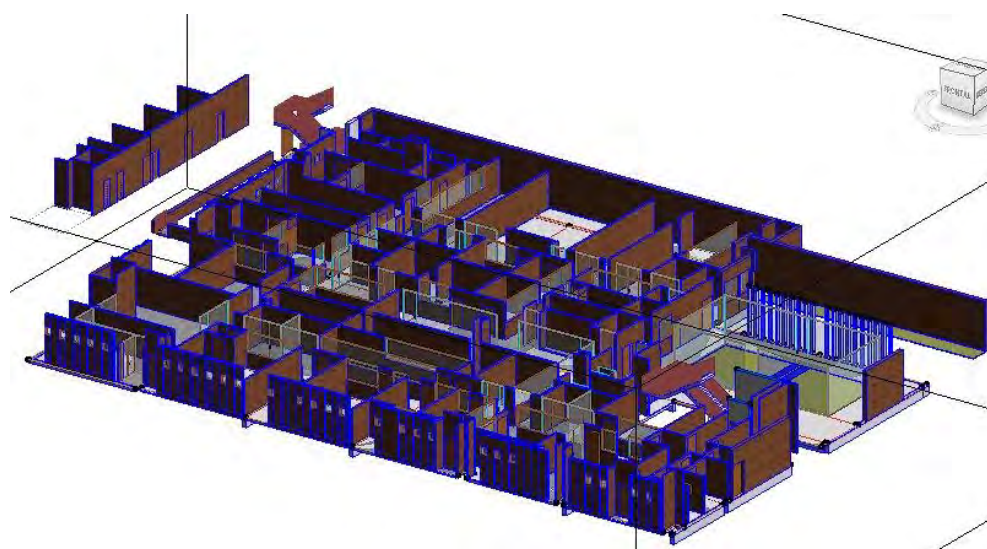
Una vez corregido el esquema según los comentarios del cliente, se procedió a elaborar el diseño a detalle de cada una de los ambientes del laboratorio. Dichos diseños incluyeron las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, instalaciones mecánicas y hvac. En la Figura 19. se muestra el plano de arquitectura del sector que incluye los ambientes de alimentos.



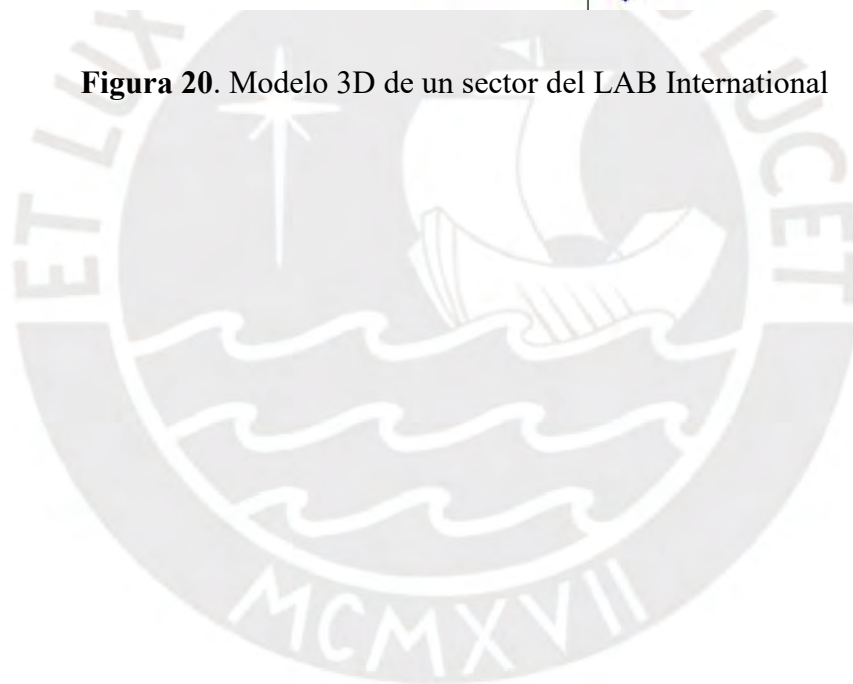
**Figura 19.** Plano de arquitectura del sector 1

Finalmente, se realizó el modelamiento en 3D de cada especialidad del laboratorio a través del programa Revit. Dichos modelos fueron las entregas finales de la etapa de diseño del LAB

International. En la Figura 20. se muestra el modelo 3D de la especialidad de arquitectura de un sector del primer piso del laboratorio.



**Figura 20.** Modelo 3D de un sector del LAB International



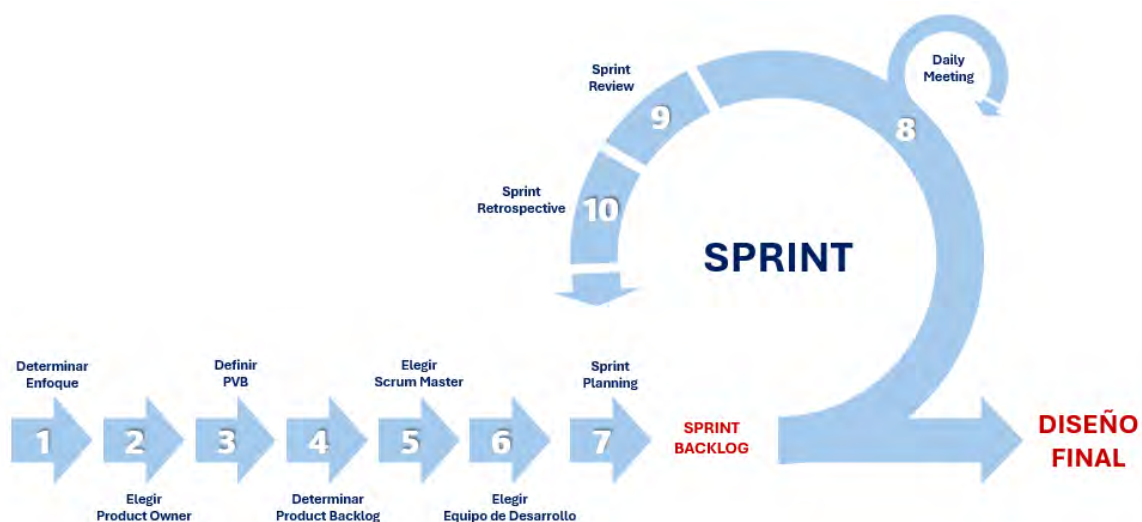
## **CAPÍTULO VI: PLAN DE APLICACIÓN DEL MARCO DE TRABAJO SCRUM**

Luego de realizada la recopilación de información técnica del proyecto y el análisis de las entrevistas a los profesionales del proyecto en estudio, se procede a describir el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad. Dicho plan considera la teoría de Scrum descrita en el marco teórico, la información adquirida en las validaciones hechas con expertos en dicho método ágil, la información recaudada de las entrevistas a los profesionales del laboratorio y las lecciones aprendidas en el diseño del LAB International.

Adicional a ello, en el presente capítulo se muestran los resultados de la validación de la propuesta de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de proyectos de alta complejidad a través de la aplicación de la escala de Likert.

### **6.1. Plan de aplicación**

El presente plan se encuentra segmentado en once pasos indicados en la Figura 21. los cuales definen los procesos a seguir, las consideraciones a tomar, los formatos a utilizar y ejemplos de su aplicación para facilitar el entendimiento del plan de aplicación. A continuación, se detallan los pasos a seguir.



**Figura 21.** Plan de aplicación del método Scrum

### 6.1.1 Determinar el enfoque del proyecto

El plan de implementación inicia con el análisis del contexto actual del proyecto, el cual será clasificado dentro de los dominios de los enfoques de trabajo en los cuales se encuentran sus características. La ubicación del proyecto se realizará de acuerdo al filtro de idoneidad y marco Cynefin. Ambos han resumido en una matriz de 10 preguntas, las cuales permiten identificar el enfoque del proyecto al puntuar cada criterio del 1 al 5 donde 1 es un enfoque tradicional y 5 el enfoque ágil. Dicha matriz se muestra en el Anexo 2 del presente documento.

En el caso del LAB International, según los datos obtenidos a través de las encuestas se obtiene el resultado mostrado en la Tabla 7 y Tabla 8.

**Tabla 7.** Criterios de evaluación ágil

Cod	Criterios de Evaluación									
			1	2	3	4	5			
1	¿El cliente entiende y apoya el enfoque agile para el proyecto?	Tradicional					5	Ágil	CULTURA	PROYECTO
2	¿Tienen los interesados la confianza en que el equipo puede transformar su visión y necesidad en un producto o servicio existo, con apoyo de la retroalimentación continua?					4				
3	¿Se le dará autonomía al equipo para tomar decisiones locales sobre como emprender el trabajo?						5			
4	¿Cuál es el tamaño del equipo principal?					4				
5	¿Cuál es el nivel de experiencia y habilidades de los roles del equipo principal? (metodologías agiles)				3					
6	¿Tendrá el equipo acceso a una comunicación fluida con el cliente con el fin de hacer preguntas y obtener retroalimentación?						5			
7	¿Cuál es la variabilidad de los requisitos? (50% - 5%)				3					
8	¿Qué podría ocasionar una falla?						5			
9	¿Se puede realizar el trabajo por fracciones de trabajo?						5			
10	¿Existe riesgos y restricciones relevantes durante el proceso?					4				
Total						43				

Nota: Basado en el filtro de idoneidad y marco Cynefin.

**Tabla 8.** Rangos de definición del enfoque del proyecto

Enfoque Ágil (50-33)	Sí
Enfoque Híbrido (32-25)	
Enfoque Tradicional ( >25)	

Para la evaluación del proyecto con la tabla 7 se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Para el criterio de evaluación **número 1** el apoyo y entendimiento del cliente es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 el no entendimiento y 5 el correcto entendimiento y apoyo del marco del trabajo.
- Para el criterio de evaluación **número 2** la confianza es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 poca confianza de los interesados al equipo de trabajo y 5 plena confianza en el equipo por parte de los interesados.

- Para el criterio de evaluación **número 3** la autonomía es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 poca autonomía del equipo y 5 un equipo completamente autónomo en las decisiones de las áreas respectivas.
- Para el criterio de evaluación **número 4** el puntaje se reparte de la siguiente manera:
  - 3-9 participantes el puntaje es de 5
  - 9- 20 participantes el puntaje es de 4
  - 20-45 participantes el puntaje es de 3
  - 45-80 participantes el puntaje es de 2
  - > 80 participantes el puntaje es de 1
- Para el criterio de evaluación **número 5** la experiencia es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 la poca experiencia en metodologías ágiles y 5 amplia experiencia en metodologías ágiles.
- Para el criterio de evaluación **número 6** el acceso a la comunicación es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 el poco acceso a la comunicación y 5 una comunicación fácil y accesible con el cliente.
- Para el criterio de evaluación **número 7** el puntaje se reparte de la siguiente manera:
  - 5 % de variabilidad del entregable el puntaje es de 5
  - 5-15% de variabilidad del entregable el puntaje es de 4
  - 15-25% de variabilidad del entregable el puntaje es de 3
  - 25-35% de variabilidad del entregable el puntaje es de 2
  - 35-50% de variabilidad del entregable el puntaje es de 1
- Para el criterio de evaluación **número 8** el puntaje se reparte de la siguiente manera:
  - Si la falla ocasiona una pérdida de tiempo el puntaje es de 5
  - Si la falla es una pérdida discrecional el puntaje es de 4

- Si la falla ocasiona una pérdida de un punto esencial el puntaje es de 3
- Si la falla ocasiona la perdida de una vida el puntaje es de 2
- Si la falla ocasiona la pérdida de varias vidas el puntaje es de 1
- Para el criterio de evaluación **número 9** el fraccionamiento de trabajo es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 poco fraccionable y 5 muy fraccionable.
- Para el criterio de evaluación **número 10** la existencia de riesgos y restricciones es directamente proporcional al puntaje asignado, siendo 1 poca existencia de riesgos y restricciones y 5 la alta existencia de riesgos y restricciones.

### 6.1.2 Elegir al Product Owner

Luego de definir el enfoque del proyecto e identificar que se encuentra dentro de los parámetros ágiles, se procede a realizar la elección del *Product Owner*, el cual, como se indicó en el capítulo de marco teórico, es el responsable de asegurar el valor agregado del producto. Además, es el representante de las necesidades del cliente y *stakeholders*. Con dicho fin, se definirá el perfil y requerimientos del profesional para el desarrollo de un proyecto de laboratorio en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Perfil del Product Owner

Rol	<i>Product Owner</i>
Objetivo:	Planear, coordinar, dirigir y supervisar los entregables del equipo de desarrollo. Esto para lograr aumentar el valor agregado al producto.
Funciones principales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conocer y recoger los requisitos del proyecto</li> <li>● Desarrollar y ordenar el <i>Product backlog</i></li> <li>● Levantar observaciones de los entregables (diagrama de flujos, recintos, layouts, planos)</li> <li>● Definir historias de usuario</li> <li>● Constante comunicación con el equipo de desarrollo para absolver dudas</li> </ul>
Relaciones del trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Interno: Equipo de Desarrollo, Scrum Master, jefes de laboratorio.</li> <li>● Externo: Stakeholders, cliente</li> </ul>

Conocimientos requeridos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento en funcionamiento de laboratorios (microbiología, fármacos, alimentos...)</li> <li>• Conocimiento en requerimientos y diseño de laboratorios</li> <li>• Capacidad de administración</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de toma de decisiones</li> </ul>
Experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en cargo de jefe de laboratorio</li> <li>• Experiencia en participación de diseño o remodelación de ambientes de laboratorio</li> </ul>
Características personales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicativo</li> <li>• Proactivo</li> <li>• Organizado</li> </ul>

El *Product Owner* es el encargado de informar sobre los requerimientos de cada ambiente del laboratorio. Además, es el encargado de levantar observaciones y dar la conformidad final a los entregables del equipo de desarrollo.

En la etapa de diseño del LAB International, el *Product Owner* presentaba el perfil mostrado en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Perfil del Product Owner en LAB International

Rol	<i>Product Owner</i>
Funciones principales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y recoger los requisitos del proyecto</li> <li>• Desarrollar y ordenar el <i>Product backlog</i></li> <li>• Levantar observaciones de los entregables (diagrama de flujos, recintos, layouts, planos)</li> <li>• Definir historias de usuario</li> <li>• Constante comunicación con el equipo de desarrollo para absolver dudas</li> </ul>
Experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia de jefe de operaciones de laboratorios</li> <li>• Químico ambiental</li> <li>• Experiencia en implementación de sistema de gestión de calidad</li> <li>• Experiencia en supervisión y gerencia de áreas a cargo</li> </ul>

Nota: Tomado del listado de involucrados del proyecto.

### 6.1.3 Definir el *Product Vision Board*

El *Product Vision Board* es una herramienta creada por Roman Pitchler en la cual se identifica la visión, el grupo objetivo, las necesidades de este grupo y la ganancia del proyecto

al cumplir sus necesidades. Esto con el objetivo de que todo el equipo de desarrollo dirija los esfuerzos a cumplir la finalidad del proyecto. El desarrollo de esta herramienta es el siguiente paso que se realizara en el plan de implementación. Ahora, se muestra un formato de la presente herramienta en el Anexo 3 del presente documento.

En la Tabla 11. se muestra el *Product Vision Board* para el proyecto LAB Internacional.

**Tabla 11.** Product Vision Board del LAB Internacional

LAB Internacional	Empresa dedicada a proteger y a optimizar la salud humana y medioambiental a escala global.		
Grupo objetivo	Necesidades	Producto	Valor
Empresas de la industria farmacéutica, agrícola, ganadera, de agua (potable y residual), productos orgánicos, pescados y mariscos, agua embotellada, procesamiento de alimentos, distribución de alimentos, empaquetado, fabricación, minoristas, y restaurantes, entre otras	Certificación de unidades, componentes, filtros y químicos para el tratamiento de agua potable	Laboratorios de microbiología, fármacos, medio ambiente y productos alimenticios con flujos óptimos (que incluyan equipos de alta tecnología)	Disminución del 10% en el tiempo del flujo de las muestras ingresadas
	Calidad e inocuidad de productos alimenticios	Bosquejo conceptual arquitectónico con distribución de áreas de manera eficiente	Reconocimiento de certificadora de alta eficiencia y calidad
	Certificación, cumplimiento de BPM en productos alimenticios	Arquitectura moderna, con área de almacenes para los insumos para utilizar en los 4 tipos de laboratorios	Incremento de ventas en un 15%
	Análisis, capacitación, consultoría y auditoría de la industria farmacéutica y biotecnológica.	Arquitectura con área de recepción amplia para albergar a los clientes	
	Certificación de sistemas de gestión de calidad, medio ambiente y salud e inocuidad.	Arquitectura con área administrativa, servicios y comedores	
		Estructura que cumple con las normas técnicas peruanas	
		Ambientes destinados para los 4 tipos de laboratorio de acuerdo a las disposiciones peruanas	
		Instalaciones de acuerdo a las solicitudes de la norma y disposición de equipos requeridos	

Nota: Elaborado por los autores datos obtenidos de la empresa LAB Internacional

#### 6.1.4 Determinar el Product Backlog

Una vez determinado objetivo y el ciclo de vida del proyecto, se procede a realizar el listado de épicas para cumplir la finalidad del proyecto. Esta lista de épicas se realiza en relación a los requerimientos presentes por el cliente y suelen ser las fases del proyecto como puede ser la fase conceptual, de anteproyecto y de proyecto. Después, se divide el listado de épicas en historias de usuario, las cuales representarían los deseos del cliente en cada épica. La información presente en cada historia debe ser la siguiente:

- Nombre de la historia de usuario
- Descripción
- *Sprint* en curso
- Estado
- Prioridad

La estructuración y priorización del listado debe ser realizado por el *Product Owner*; sin embargo, la metodología Scrum permite que pueda ser elaborado en trabajo conjunto con el *Scrum Master* y el equipo de desarrollo. Esta priorización se realiza teniendo en cuenta los que es lo que le otorga mayor valor al cliente y tiene mayores restricciones, por lo cual se debe realizar con antelación.

Luego, la asignación de puntos de historia, o cantidad de esfuerzo, dependerá de la experiencia y las características del equipo de desarrollo. Se presenta un formato para la creación del *Product Backlog* en el Anexo 4 del presente documento.

Este paso es de gran importancia para poder realizar una correcta planificación de las tareas a realizar para el cumplimiento de las actividades prioritarias solicitadas por el cliente.

Asimismo, se recomienda el uso de plataformas colaborativas como los son Miro o Mural, las cuales permitan que los involucrados tengan acceso a información relevante en cualquier momento. Además, estas herramientas proporcionan que el *Product Backlog* sea más visual e interactivo con los miembros del equipo.

Por último, para la elaboración de criterios de aceptación de las historias de usuario se debe tener en cuenta que en el proceso iterativo del marco de trabajo las historias de usuario concluidas se transforman en los criterios de aceptación para las siguientes historias de usuario por empezar, lo cual genera un proceso incremental y dependiente de trabajo.

En referencia a lo mencionado, se muestra el *Product Backlog* usado en la etapa de diseño del LAB International en la Tabla 12.



**Tabla 12.** Product Backlog del LAB International

Identificador (ID) de la Historia	Épicas	Nombre de HU	Descripción de HU	Prioridad	Criterios de aceptación
00-000-001	Fase conceptual	ELABORACIÓN DE FLUJOS DE MUESTRAS	Se necesita diagramas de flujo de los ciclos por los cuales pasan las muestras que ingresan a los laboratorios de microbiología, fármacos, medio ambiente y productos alimenticios	100	Flujo de muestra corto(óptimos), determinar flujos compartidos, determinar flujos que no se pueden cruzar
00-000-002	Fase conceptual	BOSQUEJO GENERAL DE ÁREAS DE PLANTA	Se necesita un bosquejo general de áreas de planta para tener una operación eficiente de los diversos laboratorios (microbiología, fármacos, medio ambiente y productos alimenticios)	90	laboratorios complementarios aledaños, almacenes de insumos alejados de área de operaciones, recepción y atención al público con entradas independientes, área administrativa y área de cafetines alejadas de área de operaciones
00-000-003	Fase de arquitectura	RECINTO DE MICROBIOLOGÍA	Se necesita un ambiente con gradiente de temperatura para evitar escape de contaminantes. Además, ambiente con área adecuada a la lista de mobiliarios y maquinarias	90	Área > 20M2 Aforo: 5, mobiliario 001, 005, equipo 001, 002, 003

Nota. Elaborado por autores

### 6.1.5 Elegir al Scrum Master

El *Scrum Master* es el encargado de gestionar el proceso Scrum. Dentro de sus funciones principales, encontramos la de generar una correcta comunicación entre las diferentes especialidades existentes en el proyecto, levantar trabas e interferencias durante el proceso de diseño; por ejemplo, resolver problemas de requerimientos de información para continuar con el flujo interdisciplinario de trabajo a través de las reuniones. Asimismo, el rol de *Scrum Master* debe cumplir con el perfil definido en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Perfil del Scrum Master

<i>Scrum Master</i>	
Objetivo:	Planear, coordinar, dirigir y supervisar al equipo de trabajo dentro del marco de trabajo Scrum. Esto con el objetivo de generar buena comunicación y correcto flujo de trabajo.
Funciones principales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de las tareas del equipo</li> <li>• Encargado de generar una buena comunicación entre el P.O y el equipo de trabajo</li> <li>• Encargado del correcto flujo de trabajo</li> <li>• Levantar trabas entre las diversas disciplinas</li> <li>• Encargado de facilitar herramientas colaborativas (A360, nubes, <i>mirror</i>, mural...)</li> </ul>
Relaciones del trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interno: Equipo de desarrollo, <i>Product Owner</i></li> <li>• Externo: Cliente, <i>stakeholders</i></li> </ul>
Conocimientos requeridos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento sólido del marco del trabajo Scrum</li> <li>• Conocimiento de valores Scrum</li> <li>• Conocimiento de herramientas colaborativas</li> <li>• Capacidad comunicativa</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de toma de decisiones</li> </ul>
Experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en gestión de proyectos</li> <li>• <i>Scrum Master certified</i></li> <li>• Experiencia de <i>Scrum Master</i> en proyectos pasados</li> </ul>
Características personales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizado</li> <li>• Disruptivo</li> <li>• Inspirador</li> <li>• Alienta a la autonomía</li> </ul>

Nota: Basado en Guía de Scrum (2017)

En el LAB International, el profesional que cumplió el rol de *Scrum Master* contó con el perfil definido en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Perfil del Scrum Master del LAB Internacional

Rol	<i>Scrum Master</i>
Funciones principales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y recoger los requisitos del proyecto</li> <li>• Desarrollar y ordenar el <i>Product backlog</i></li> <li>• Levantar observaciones de los entregables (diagrama de flujos, recintos, layouts, planos)</li> <li>• Definir historias de usuario</li> <li>• Constante comunicación con el equipo de desarrollo para absolver dudas</li> </ul>
Experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero civil</li> <li>• Experiencia en planificación y gestión de obras</li> <li>• Coordinador de proyecto</li> <li>• Experiencia en planificación estratégica</li> <li>• Certificación de <i>Scrum Master</i></li> </ul>

Nota: Tomado del listado de involucrados del proyecto.

### 6.1.6 Elegir al equipo de desarrollo

La elección del equipo de desarrollo se realiza de acuerdo con los requerimientos del proyecto ya que estará conformado por los profesionales necesarios para cumplir con el diseño del proyecto. En el caso del LAB Internacional, primero se procedió a enumerar las especialidades necesarias en el proyecto, las cuales son las siguientes:

- Arquitectura
- Estructuras
- Geotecnia
- Impacto Ambiental
- Instalaciones sanitarias
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones Mecánicas
- Mobiliario
- Jefes de operaciones

Los profesionales implicados en cada área no tienen la necesidad imperativa de conocer el marco de trabajo Scrum. Los detalles y perfil de cada integrante del equipo de desarrollo se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Perfil del equipo de desarrollo

Equipo de desarrollo	
Objetivo:	Realizar el diseño del proyecto de laboratorio. Esto de una manera colaborativa e iterativa teniendo en cuenta el marco de trabajo Scrum.
Funciones principales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de las tareas del equipo</li> <li>• Buena comunicación con el P.O y S.M</li> <li>• Trabajo interdisciplinario</li> <li>• Realización de entregas pactadas en la planificación</li> </ul>
Relaciones del trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interno: S.M, <i>Product Owner</i>, jefes de laboratorio</li> <li>• Externo: <i>stakeholders</i></li> </ul>
Conocimientos requeridos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de herramientas colaborativas</li> <li>• Conocimiento de la especialidad</li> <li>• Capacidad comunicativa</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> </ul>
Experiencia profesional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en el área correspondiente (Arquitectura, estructuras, II.EE, II. SS...)</li> </ul>
Características personales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autónomo</li> </ul>

Luego, de acuerdo a la magnitud del proyecto, se debe escoger el número de participantes por área. En el caso del LAB International se requirieron los siguientes:

- 4 arquitectos
- 2 especialistas en diseño industrial
- 2 especialistas en estructuras
- 2 especialistas en instalaciones sanitarias
- 2 especialistas en instalaciones eléctricas

Dentro de cada especialidad mencionada, no debe existir jerarquía entre los participantes; sin embargo, si debe existir un coordinador que este encargado de la comunicación con el

*Scrum Master* y el resto de disciplinas. Por otro lado, la metodología a utilizar en cada especialidad debe ser escogida por cada área.

En la Tabla 16. se muestran las funciones principales de cada especialidad en específico presentes en el LAB Internationall.

**Tabla 16.** Funciones del equipo de desarrollo del LAB International

Especialidad	Funciones
Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.</li> </ul>
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.</li> </ul>
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.</li> </ul>
Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente.</li> </ul>
Geotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente.</li> <li>Elaborar estudio y análisis de la resistencia del suelo del terreno del proyecto</li> </ul>
Impacto Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los diseños requeridos en el plazo previsto con el menor número de observaciones y debidamente aprobado por el cliente y la Municipalidad.</li> <li>Elaborar la evaluación de impactos ambientales de la construcción y operación del proyecto de laboratorio.</li> </ul>
Jefes de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar y validar que el diseño cumple con los requerimientos de operación.</li> </ul>

Nota: Tomado del listado de involucrados del proyecto.

### 6.1.7 Desarrollar el Sprint Planning

El evento que da inicio al ciclo de iteración a desarrollar es el *Sprint Planning*, en el cual se realizará la planificación de todo lo necesario para desarrollar un *Sprint* a través del *Sprint Backlog*. Los participantes de este evento son el *Product Owner*, *Scrum Master* y equipo de desarrollo definidos en los pasos anteriores. La duración de un *Sprint Planning* será de aproximadamente el 5% de las horas del *Sprint*; por ejemplo, en un *sprint* de 160 horas (4 semanas) este evento durará 8 horas aproximadamente. Esta duración será variable para cada *Sprint* y dependerá del cronograma maestro del proyecto y de los hitos acordados con el cliente

En esta reunión, se deben realizar los siguientes puntos como mínimo:

- Determinar los puntos de historia de cada elemento del *Product Backlog*
- Identificar los elementos del *Product Backlog* a desarrollar durante el *Sprint*
- Definir las tareas necesarias para cumplir con cada elemento elegido del *Product Backlog*
- Estimar el esfuerzo correspondiente a cada tarea
- Delegar responsables para cada tarea a realizar
- Identificar la relación entre las tareas, sus plazos y restricciones

Con el fin de cumplir con dichos objetivos, la reunión inicia con el *Product Owner* exponiendo las historias de usuario del *Product Backlog* al equipo de desarrollo. En este punto, deberá explicar las funcionalidades que se buscan obtener en cada historia y los criterios de aceptación definidos para cada una. A continuación, el equipo de desarrollo estima los puntos de historia de cada elemento del *Product Backlog*, los cuales son valores numéricos relativos definidos por el equipo que representan la cantidad de esfuerzo necesaria para cumplir con cada historia de usuario. Dichos valores serán únicos para cada proyecto ya que dependerán del contexto actual del mismo y de las capacidades técnicas del equipo involucrado.

Existen diversas formas de calcular los puntos de historia; una de estas es a través del *Planning Poker*, el cual hace uso de la serie de Fibonacci para definir los valores numéricos disponibles a elegir para cada historia de usuario con el fin de representar su complejidad. Para esto, se realizan los pasos definidos a continuación.

- Se elige un elemento del *Product Backlog*
- Cada integrante del equipo de desarrollo estima la complejidad al seleccionar uno de los valores numéricos disponibles definidos por la serie Fibonacci, los cuales se muestran en la Figura 22. El valor de 1/2 considera tareas muy pequeñas; los valores

de 1 al 3 representan tareas pequeñas; los valores del 5 al 13 representan tareas medianas; los valores 20 y 40 representan tareas grandes; el valor de 100 se reserva a tareas muy grandes; el signo de interrogación se usa para tareas inestimables; y el infinito se usa para tareas muy complejas. La importancia de dichos valores numéricos es la de indicar una proporción entre la complejidad de las historias de usuario, lo cual ayudará a identificar qué elementos desarrollar en un solo *Sprint*. Para la estimación de esfuerzo se debe tomar en cuenta la cantidad de trabajo a realizar, la complejidad técnica, la capacidad técnica y la incertidumbre que pueda presentar.

<b>1/2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>20</b>
<b>40</b>	<b>100</b>	<b>?</b>	<b>∞</b>

**Figura 22.** Valores del Planning Póker

- Se muestran los valores elegidos por cada participante a todo el equipo. En caso la totalidad de participantes coincida, se elige dicho valor para la historia de usuario. En caso no coincidan, cada miembro del equipo mencionará el porqué de su elección en un diálogo abierto entre todos.
- Finalizado el debate, se vuelve a elegir el valor de la complejidad del elemento. Se repite el proceso en caso aún no se llegue a un consenso entre la totalidad del equipo para cada una de las historias de usuario del *Product Backlog*.

Luego, el *Product Owner* y el equipo de desarrollo deben determinar qué historias de usuario se desarrollarán durante los siguientes *Sprint* de acuerdo a la cantidad de puntos de

historia que el equipo pueda desarrollar según su capacidad. Las historias de usuario elegidas deberán ser desarrolladas dentro de la duración del *Sprint* por lo que es necesario que esta elección de historias sea realista y sea acorde a la disponibilidad y capacidades de los integrantes del equipo de desarrollo. Asimismo, se deberá considerar el cronograma maestro del proyecto para así elegir las historias de usuario necesarias para cumplir con los hitos del proyecto.

Una vez definidas las historias de usuario a desarrollar en el *Sprint*, se procede a identificar las tareas a realizar para el cumplimiento de cada una de las historias. Dichas tareas deben ser infinitivos de fácil entendimiento para el equipo y deben obedecer un proceso lógico entre ellas, por lo que se deben identificar las restricciones de cada una para así esclarecer el flujo de trabajo a realizar. Asimismo, se estimarán las horas de trabajo correspondientes a cada tarea, las cuales dependerán de la experiencia y capacidades de cada equipo de desarrollo. El cumplimiento de la totalidad de un grupo de tareas debe significar el cumplimiento de la historia de usuario específica elegida inicialmente.

A continuación, se procede a un diálogo abierto entre los involucrados para así delegar que integrantes del equipo de desarrollo serán los encargados de elaborar las tareas definidas según sus especialidades y alcances dentro del proyecto. Asimismo, se procederá a determinar los plazos para cada tarea con el fin de liberar todas las restricciones existentes que puedan afectar el trabajo de los integrantes del equipo de desarrollo. En este punto, se deben evaluar aquellas tareas que dependan de aprobaciones municipales o legales ya que estas son propensas a retrasos que pueden afectar el cumplimiento de la historia de usuario correspondiente. En dicho caso, se deberán tomar las medidas de contingencia necesarias para evitar o aminorar los efectos negativos en el proyecto.

Las actividades, plazos y secuencias de trabajo para las actividades identificadas pueden ser plasmadas en un *Lookahead* el cual pueda ayudar con la visualización de la secuencia de actividades a realizar y la implicancia que tiene una actividad sobre las siguientes. Asimismo, permite proyectar la secuencia de las tareas a realizar y sincerar los plazos y fechas entre en el equipo de desarrollo para así tomar acciones correctivas en caso se requieran.

Toda la información definida anteriormente debe ser plasmada en el *Sprint Backlog*, en el cual se colocan las historias de usuario a desarrollar en un *Sprint*, las tareas específicas a cumplir para cada historia, los responsables de cumplirlas, las horas estimadas de cada tarea, y el estado de la tarea. Asimismo, se presenta una columna en donde se colocarán las horas reales para cada tarea; esta se completará durante el desarrollo del *Sprint*. En el Anexo 5. se muestra el formato destinado al *Sprint Backlog*. En la Tabla 17. se muestra uno de los *Sprint Backlogs* utilizados en la fase conceptual del proyecto LAB Internacional en el cual solo se trabajó una historia de usuario.

**Tabla 17.** Sprint Backlog usado en el LAB Internacional

Nº	Código Historia de Usuario	Nombre de HU	Puntos de Historia	Tareas	Responsable	Horas asignadas	Horas reales	Estado
1	00-000-001	Flujo de procesos	100	Levantar los procesos de laboratorio	Ingeniero 1	16	-	TO DO
				Identificar restricciones entre cada ambiente	Ingeniero 1	16	-	TO DO
				Identificar de forma general los equipos para cada ambiente	Ingeniero 2	16	-	TO DO
				Identificar de forma general el flujo de insumos para cada ambiente	Ingeniero 3	16	-	TO DO
				Identificar de forma general el flujo de residuos para cada ambiente	Ingeniero 3	16	-	TO DO
				Dibujar diagrama de flujo de cada ambiente	Ingeniero 1	24	-	TO DO

Nota: Basado en la documentación técnica del proyecto.

Adicionalmente, las tareas a desarrollar en un *Sprint* se pueden representar en un tablero Kanban, el cual es una herramienta que permite visualizar rápidamente las tareas pendientes, en proceso y terminadas. Su uso facilita la identificación de obstáculos en el flujo de trabajo al visualizar que tareas se encuentran en “PENDIENTE” o “EN PROCESO” por mucho tiempo y ralentizan el proceso planeado inicialmente. En la Figura 23. se muestra un tablero kanban inicial planteado en la fase conceptual del proyecto LAB International al colocar las tareas definidas previamente en la columna “PENDIENTE”.



Figura 23. Tablero kanban inicial del LAB International

Durante todo este evento, el *Product Owner* deberá asegurar que las decisiones tomadas por el equipo de desarrollo vayan acordes a las necesidades establecidas por el cliente, que se cumpla la funcionalidad esperada y que cada entrega cumpla con los criterios de aceptación definidos inicialmente.

### 6.1.8 Desarrollar el Daily Meeting

Luego de iniciado el *Sprint*, inician los *Daily Meetings*, en los cuales el equipo de desarrollo se reúne periódicamente para informar los avances, pendientes e impedimentos técnicos que

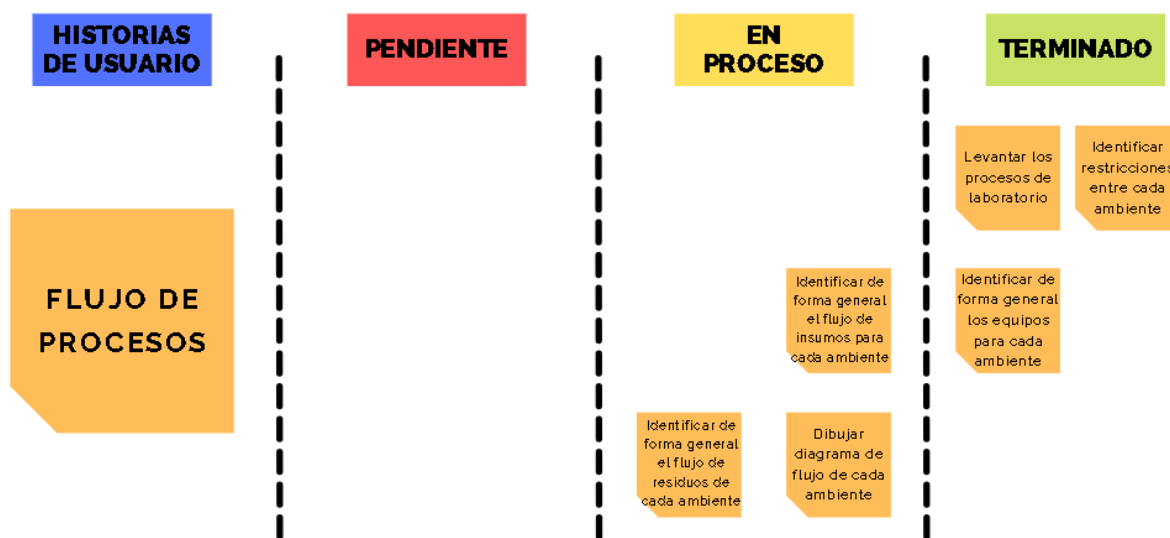
hayan surgido durante el desarrollo de sus tareas. Los participantes de este evento son el equipo de desarrollo y el *Scrum Master*, el cual se asegurará que la reunión se lleve de acuerdo a lo planeado y apoyará al equipo en caso se presente algún impedimento en la forma de trabajo. La frecuencia de las reuniones dependerá de la fase del diseño en la que se encuentra el proyecto. En fases conceptuales estas pueden realizarse diariamente ya que la velocidad de avance es significativa. Por otro lado, en fases de diseño, la frecuencia puede llegar a ser semanal ya que las tareas necesarias presentan una mayor complejidad y requieren de mayor tiempo para generar avances significativos. La duración de un *Daily Meeting* será de aproximadamente 15 minutos; sin embargo, esta duración variará según la cantidad de avances a informar y temas por discutir durante cada reunión.

En esta reunión, se deben realizar los siguientes puntos como mínimo:

- Informar avances realizados en cada tarea designada
- Informar las tareas pendientes para completar el *Sprint*
- Informar los impedimentos que se hayan presentado durante el desarrollo
- Determinar soluciones a los impedimentos informados
- Actualizar el tablero Kanban
- Actualizar el *Lookahead*
- Actualizar el *Burndown Chart*

La reunión inicia con la presentación de avances y pendientes de cada uno de los miembros del equipo de desarrollo. Asimismo, en caso algún involucrado se haya encontrado con algún impedimento, deberá comunicarlo para que así la totalidad del equipo pueda proponer soluciones a través de un dialogo flexible liderado por el *Scrum Master*. En caso exista algún impedimento procedente de una falta de información por parte del cliente, el *Scrum Master* deberá realizar las coordinaciones necesarias para levantar dicho obstáculo.

Durante la reunión, las actualizaciones sobre el estado de las tareas se deberán plasmar en el tablero Kanban al pasar tareas de la columna “Pendiente” a “En proceso” o “Terminado”. En la Figura 24. se muestra un tablero kanban actualizado en la fase conceptual del proyecto LAB International.



**Figura 24.** Tablero kanban actualizado del LAB International

Asimismo, se actualizará el *Lookahead* con los plazos reales de las actividades realizadas y como es que estas modifican la secuencia y plazo de las próximas actividades. De igual forma, se deberá identificar la presencia de restricciones que puedan generar fallos en el flujo de trabajo del equipo de desarrollo.

Finalmente, se completará la columna del *Sprint Backlog* destinada a los puntos de historia reales de cada tarea que se haya finalizado. En la Tabla 18. se muestra un *Sprint Backlog* actualizado con los puntos de historia y horas asignadas reales luego de realizados los *Daily Meetings* en un *Sprint* en la etapa de diseño del proyecto LAB International.

**Tabla 18.** Sprint Backlog actualizado del LAB International

Nº	Código Historia de Usuario	Nombre de HU	Puntos de Historia	Tareas	Responsable	Horas asignadas	Horas reales	Estado
1	00-000-001	Flujo de procesos	100	Levantar los procesos de laboratorio	Ingeniero 1	16	12	DONE
				Identificar restricciones entre cada ambiente	Ingeniero 1	16	9	DONE
				Identificar de forma general los equipos para cada ambiente	Ingeniero 2	16	5	DONE
				Identificar de forma general el flujo de insumos para cada ambiente	Ingeniero 3	16	5	DONE
				Identificar de forma general el flujo de residuos para cada ambiente	Ingeniero 3	16	5	DONE
				Dibujar diagrama de flujo de cada ambiente	Ingeniero 1	24	20	DONE

Nota: Basado en la documentación técnica del proyecto.

Dicha información permitirá construir el *Burndown Chart* del proyecto al graficar la cantidad de puntos de historia pendientes a medida que se avanza con los *sprints* del proyecto. El presente gráfico permite visualizar el avance real por *Sprint* en paralelo el avance ideal en el cual se ejecuta una misma cantidad de puntos de historia por *Sprint*. Asimismo, todo lo conversado durante las reuniones deberá ser registrado en la minuta de la reunión. En la Figura 25. se muestra un *Burndown Chart* correspondiente a uno de los *Sprints* en la etapa de diseño del proyecto LAB International.



**Figura 25.** Burndown Chart del 5to sprint del LAB International

Finalmente, lo mencionado durante este evento deberá ser registrado en una minuta de reunión. En la Tabla 19. se muestra el registro de un *Daily Meeting* en la fase de diseño del proyecto LAB International.

**Tabla 19.** Registro de un Daily Meeting del LAB International

Tema	Acción	Fecha
Distribución del laboratorio de microbiología		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mostró la distribución del laboratorio de microbiología.</li> <li>Se mencionó que no debería haber tráfico interno entre el personal de laboratorio y los desechos. Esos flujos deberán ser resueltos.</li> <li>Se mencionó que los jefes de laboratorio deberán revisar la presente distribución de flujos.</li> </ul>	Informar Preparar	9/06/2017
Distribución del laboratorio de microfarma		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se presentó la distribución del laboratorio de microfarma.</li> <li>Se mencionó que, de igual forma que el anterior, no debe haber tráfico interno entre el personal del laboratorio y los desechos. Se deberán resolver dichos flujos.</li> </ul>	Informar Preparar	9/06/2017

Nota: Tomado de una minuta de reunión del proyecto.

### 6.1.9 Desarrollar el Sprint Review

Al finalizar la totalidad de los *Daily Meetings* correspondientes a un *Sprint*, se procede a realizar el *Sprint Review*, la cual es una reunión que tiene como objetivo informar al cliente sobre las historias de usuario desarrolladas hasta el momento. Los participantes en este evento

son el cliente, el *Product Owner*, el *Scrum Master* y el equipo de desarrollo. La frecuencia de las reuniones dependerá de la fase de diseño en la que se encuentre el proyecto. En fases conceptuales estas pueden realizarse semanalmente ya que la velocidad de avance es significativa. Por otro lado, en fases de diseño, la frecuencia puede llegar a ser quincenal ya que las tareas necesarias presentan una mayor complejidad y requieren de mayor tiempo para generar avances significativos. La duración de un *Sprint Review* será de aproximadamente el 3% de las horas del *Sprint*; por ejemplo, en un *Sprint* de 160 horas (4 semanas) este evento durará 5 horas aproximadamente.

En esta reunión, se deben realizar los siguientes puntos como mínimo:

- Informar qué historias de usuario han sido desarrolladas
- Informar qué historias de usuario se encuentran pendientes
- Demostrar la funcionalidad de las historias de usuario desarrolladas
- Absolver dudas del cliente
- Refinar *Product Backlog* al incluir mejoras o cambios
- Determinar plazos y puntos de historia para los próximos *Sprints*

Al inicio de la reunión, el *Product Owner* comenta al cliente sobre las historias de usuario desarrolladas durante el *Sprint* actual y las historias pendientes. A continuación, el equipo de desarrollo detalla las historias de usuario finalizadas y la funcionalidad de las mismas. En este espacio, tanto el *Product Owner* como el equipo de desarrollo absolverán las consultas que se puedan presentar por parte del cliente. Es importante que la agenda de los temas a tratar durante la reunión sea comunicada al cliente previamente para así asegurar un óptimo flujo de trabajo durante el evento.

Asimismo, el cliente podrá realizar observaciones al trabajo realizado y proponer cambios o mejoras a implementar en los próximos *Sprints*, los cuales serán plasmados en el *Product*

*Backlog*. Dichas observaciones y propuestas deberán ser anotadas en minutas de reunión que mantengan el registro de la totalidad de aspectos importantes discutidos durante la reunión.

Finalmente, el equipo de desarrollo comenta sobre qué ajustes se podrán realizar relacionados a la capacidad del equipo, próximos plazos de entrega, historias de usuario, entre otros aspectos relevantes para el desarrollo de los próximos *Sprints*. En este punto, es importante que el *Product Owner* tome en cuenta la capacidad técnica del equipo para así evitar acuerdos que no podrán ser cumplidos. Asimismo, el *Product Owner* y el equipo de desarrollo podrán aprovechar en solicitar información necesaria para el desarrollo de sus entregables al cliente.

Las lecciones aprendidas en el *Sprint* permitirán que el equipo identifique la necesidad de realizar cambios en las historias de usuario del *Product Backlog* y en los puntos de historia correspondientes a los *Sprints* más próximos con la finalidad de adaptar el producto a las lecciones aprendidas hasta el momento. Asimismo, se deberá aprovechar en identificar posibles riesgos en los elementos a desarrollar en próximos *Sprints* para así tomar las medidas necesarias con anticipación. Dichas modificaciones serán plasmadas en el formato del *Product Backlog* mostrado anteriormente.

Adicionalmente, el equipo realizará ajustes en la cantidad de puntos de historia en caso lo requieran. Dicha necesidad podrá ser identificada al realizar un análisis del esfuerzo realizado hasta el momento para así poder proyectar la complejidad de las próximas historias de usuario.

En la Tabla 20. se muestran los registros de uno de los *Sprints Review* en la fase de diseño del proyecto LAB International.

**Tabla 20.** Registro de un Sprint Review del LAB International

Tema	Acción	Fecha
Flujo y Layout: Laboratorio de microbiología y de alimentos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se presentaron los diagramas de microbiología y alimentos explicando la importancia de como la distribución ayudará a desarrollar un layout eficiente.</li> <li>Se explicó que los diagramas serán complementados con la cantidad de muestras que existirán en cada proceso (círculos con diferentes colores).</li> <li>Se pidió a LAB International que revisen los diagramas para incluir la cantidad de muestras que tienen en cada laboratorio.</li> </ul>	Revisar	15/02/2017
Listado de equipos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>LAB International enviará un ejemplo de lista de equipos que se podrá usar en el laboratorio.</li> <li>Se preparará el listado de equipos del laboratorio.</li> <li>Se realizará un listado con las características principales de cada equipo de laboratorio (tamaño, voltaje, frecuencia, puntos de gas, etc.).</li> </ul>	Enviar	13/02/2017
Pendientes		
<ul style="list-style-type: none"> <li>LAB International preparará un documento con preguntas a los arquitectos y se enviará el lunes en la tarde.</li> </ul>	Enviar	13/02/2017

Nota: Tomado de una minuta de reunión del proyecto.

### 6.1.10 Desarrollar el Sprint Retrospective

Como evento final de un *Sprint*, se tiene el *Sprint Retrospective*, en el cual el equipo de desarrollo identifica puntos de mejora en la forma de trabajo a utilizar durante el desarrollo de sus tareas. Los participantes en este evento son el equipo de desarrollo y el *Scrum Master*. Este último liderará la reunión con el objetivo de que se realice según lo planeado. La duración de un *Sprint Retrospective* será de aproximadamente el 2% de las horas del *Sprint*; por ejemplo, en un *Sprint* de 160 horas (4 semanas) este evento durará 3 horas aproximadamente.

En esta reunión, se deben realizar los siguientes puntos como mínimo:

- Identificar mejoras en la comunicación
- Identificar mejoras en la delegación de tareas
- Identificar mejoras en los procesos involucrados
- Identificar mejoras en las herramientas utilizadas.

Durante este evento es de gran importancia que los integrantes del equipo de desarrollo comuniquen los problemas que hayan surgido durante el desarrollo del *Sprint*. Asimismo, la totalidad del equipo deberá dar a conocer sus puntos de vista y recomendaciones de ser necesario. El uso de plataformas colaborativas durante el desarrollo de los *Sprints* potencia la comunicación y agilidad del equipo de desarrollo ya que estas plataformas permiten actualizar información tanto gráfica como textual en tiempo real en donde la totalidad de personas involucradas puedan visualizar las diversas actividades y aportar comentarios y/o propuestas de valor durante el desarrollo de sus actividades. Algunas plataformas utilizadas dentro del medio son *Miro* y *Trello*.

La totalidad de acuerdos y comentarios serán registrados en la minuta de la reunión con la finalidad de ser implementados en los próximos *Sprints*. En la Tabla 21. se muestra el registro de un *Sprint Retrospective* dentro del proyecto LAB International.

**Tabla 21.** Registro de un *Sprint Retrospective* del LAB International

Tema
Herramientas colaborativas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arquitecto comunicó que el uso de Miro podría ser de utilidad para la visualización de los indicadores del proyecto en tiempo real y no tener que esperar a al <i>Sprint Review</i> para recién conocerlos.</li> </ul>
Daily Meeting
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero sanitario mencionó que algunos de los avances compartidos en los <i>Daily Meeting</i> no se entendieron por el mismo hecho de ser una especialidad distinta. Sugirió que se usen elementos visuales al momento de presentar estos avances para así poder facilitar el entendimiento y poder aportar con comentarios.</li> </ul>
Herramientas colaborativas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arquitecto comunicó que el uso de Miro podría ser de utilidad para la visualización de los indicadores del proyecto en tiempo real.</li> </ul>

Nota: Tomado de una minuta de reunión del proyecto.

Finalmente, los pasos se repiten desde el *Sprint Planning* las veces que se requieran hasta cumplir con el diseño final del proyecto.

## 6.2 Validación final de la propuesta

Se aplicó un segundo proceso de validación con el objetivo de obtener la aprobación de la propuesta de aplicación del marco de trabajo Scrum en proyectos de alta complejidad por parte de cinco profesionales expertos en el marco de trabajo Scrum que lo hayan aplicado en ámbitos laborales relacionados a la ingeniería civil.

Para ello, se presentó el paso a paso del plan de aplicación a los expertos y se realizó un cuestionario en el que cada entrevistado indicó su nivel de aceptación a través de los siguientes niveles de la escala de Likert: “Totalmente en desacuerdo (1)”, “En desacuerdo (2)”, “Indiferente (3)”, “De acuerdo (4)”, “Totalmente de acuerdo (5)”. Finalmente, se recibió retroalimentación por parte de los entrevistados en los pasos del plan de aplicación en los que indicaron una aceptación menor a “Totalmente de acuerdo (5)”. En el Anexo 06 se muestra el cuadro resumen de los niveles de aceptación obtenido de dichas encuestas, así como el promedio obtenido en cada paso del plan de aplicación. Con dicha información, se obtuvo la siguiente gráfica resumen de los promedios de aceptación.



A continuación, se presenta el resumen de la retroalimentación comentada en las sesiones de validación final y el resumen de los cambios realizados en el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en proyectos de alta complejidad.

### **6.2.1. Retroalimentación en “Determinar el Enfoque del Proyecto”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4.6 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Se debe incluir una guía para la realización de estos puntajes con el fin de estandarizar los criterios y generar que se homologue la puntuación de los proyectos.

Tomando en cuenta los comentarios de los entrevistados, se añadió en el plan propuesto una guía de puntajes para la determinación del enfoque del proyecto, para que así homologar la asignación de los puntajes.

### **6.2.2. Retroalimentación en “Determinar el Product Backlog”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4.2 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Se debe incluir medios gráficos para facilitar el entendimiento del product backlog.
- Se debe mencionar la prioridad de acuerdo a como es el flujo de trabajo en el cual se debe identificar los puntos de continuidad o flujo de tareas.
- El producto backlog debe ser revisada por el jefe de proyecto y aprobada por el cliente.
- Se debe identificar las actividades los incidentes, puntos restrictivos, actividades burocráticas para no perder el flujo de trabajo del proyecto.

Tomando en cuenta el comentario de los entrevistados se incluyó dentro del *Product Backlog* la prioridad de las actividades mas incidentes dentro del desarrollo de concepción del proyecto, como las actividades mas restrictivas para poder abordarlas en el tiempo adecuado y así cumplir con los entregables dentro de lo programado. Además, se recomendó el uso de aplicativos para generar un *Product Backlog* más visual e interactivo con los miembros del equipo.

### **6.2.3. Retroalimentación en “Desarrollar el Sprint Planning”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4,4 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Añadir como recomendación el uso del *Lookahead* con el fin de tener un mayor entendimiento de los hitos, secuencia de actividades y plazos.
- Añadir como comentario la importancia de identificar las tareas más incidentes, restrictivas y documentarias con el fin de optimizar el flujo de trabajo.

Tomando en consideración dichas recomendaciones, se recomendó el uso del *Lookahead* dentro del proceso y se recalcó la importancia de identificar futuras restricciones durante el *Sprint Planning*.

### **6.2.4. Retroalimentación en “Desarrollar el Daily Meeting”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4,6 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Añadir como recomendación el uso del *Lookahead* con el fin de tener un mayor entendimiento de los hitos, secuencia de actividades y plazos al presentar la información de forma gráfica.

- Detallar los componentes y utilidad del *Burndown Chart* en el marco de trabajo Scrum.

Tomando en consideración dichas recomendaciones, se brindó un mayor detalle de los componentes y utilidades del *Burndown Chart*; *asimismo*, se añadió el ítem de Puntos de Historia dentro del *Product Backlog* y *Sprint Backlog* los cuales reflejarán el avance del Equipo de Desarrollo en el *Burndown Chart* durante cada *Daily Meeting*. Por otro lado, se añadió como recomendación el uso del *Lookahead* durante el desarrollo de los *Daily Meetings*.

#### **6.2.5. Retroalimentación en “Refinar el Product Backlog”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4,8 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Se recomendó incluir el Refinamiento del *Product Backlog* dentro del *Sprint Review*.

Tomando en consideración la retroalimentación dada, se incluyó el refinamiento del *Product Backlog* dentro del *Sprint Review*.

#### **6.2.6. Retroalimentación en “Desarrollar el Sprint Retrospective”**

El presente paso del plan de aplicación obtuvo un promedio de aceptación de 4,8 sobre 5 y se aportaron los siguientes comentarios como retroalimentación:

- Añadir como recomendación el uso de aplicaciones colaborativas durante el desarrollo del proyecto.

Tomando en consideración la retroalimentación dada, se añadió como recomendación el uso de plataformas colaborativas que acompañen el desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo muestra las diversas conclusiones provenientes del proceso realizado para la elaboración de un plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad. Asimismo, se indican recomendaciones del propio plan de aplicación y recomendaciones para futuras investigaciones con objetivos similares a la presente.

### 7.1 Conclusiones

#### 7.1.1 Conclusiones generales

Se concluye que la propuesta del plan de aplicación del marco de trabajo Scrum para la etapa de diseño de proyectos de alta complejidad, el cual ha sido elaborado y presentado como entregable final en el presente trabajo de investigación, describe detalladamente la secuencia de pasos a seguir para el correcto desarrollo del diseño de un proyecto de alta complejidad. A través de la validación final, diversos expertos en el rubro coinciden en que el presente plan describe adecuadamente las herramientas, formatos y pasos a seguir acordes a una correcta aplicación del marco de trabajo Scrum.

**Respecto al primer objetivo específico, se concluye que fue posible identificar variables de investigación en base teórica que engloban la totalidad de los procesos involucrados dentro de un proyecto,** así como los factores de investigación al identificar correctamente los diversos eventos, roles y artefactos propios del marco de trabajo Scrum en cada variable definida. Asimismo, se describieron los objetivos de cada variable lo cual permitió la identificación de los factores y el planteamiento de las preguntas a utilizar en las

entrevistas en pasos futuros. Dichos factores cumplieron con lo definido en la Guía de Scrum establecida por Ken Schwaber y Jeff Sutherland (2017).

**Respecto al segundo objetivo, se concluye la importancia de realizar un proceso de validación de las variables y factores.** Las cuales fueron realizadas en sesiones virtuales con cinco expertos en el uso del marco de trabajo Scrum. En dichas sesiones, se recopilaron diversas opiniones, experiencias y sugerencias sobre cómo aplicar el marco de trabajo Scrum en proyectos y qué aspectos son clave para su aplicación. Los comentarios de los expertos eran acordes a la teoría de Scrum; sin embargo, presentaron algunas consideraciones especiales basadas en la experiencia adquirida dentro de sus ámbitos laborales. La totalidad de la retroalimentación obtenida permitió la confirmación y actualización del listado de variables y factores de investigación, así como el planteamiento de las preguntas a utilizar durante las entrevistas a los profesionales que participaron en la etapa de diseño del proyecto LAB International. Como se menciona en la **Tabla 03**, las observaciones más relevantes por parte de los entrevistados fueron correspondientes al *Product Owner*, el cual debería tener conocimiento del marco de trabajo, necesidades del cliente, conocimiento del mercado del producto, tiempos para el desarrollo de los *sprints*, entre otros, con lo cual se añadieron como preguntas a los actores del proyecto de desarrollo del LAB International. Por otro lado, indicaron que se debía agregar el *sprint backlog*, como fase de control para las actividades que no se concluyeron en su respectivo *sprint*, para añadir las actividades en la siguiente iteración, lo cual se añadió en el plan de aplicación propuesto. Para finalizar, indicaron la importancia de que el *Scrum Master* y el equipo de trabajo tenga conocimiento del marco de trabajo para tener una óptima realización de las iteraciones y una correcta estructuración de actividades. Las observaciones y comentarios obtenidos en la validación de variables y factores evidencio la importancia del perfil profesional que debe tener los tres actores importantes, los cuales son el

*Product Owner*, *Scrum Master* y equipo de trabajo para el correcto desarrollo de actividades según el marco de trabajo Scrum como se indican en el plan propuesto.

**Respecto al tercer objetivo, se concluye que la recopilación, descripción y análisis de la información referente a cómo se utilizó el marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño del proyecto LAB International brindó información práctica relevante para el desarrollo del plan de aplicación.** La información mencionada se recopiló al realizar entrevistas semi estructuradas con cinco profesionales involucrados en el proyecto. Dichas entrevistas se realizaron a un profesional que cumplió el rol de *Product Owner*, otro que cumplió el rol de *Scrum Master* y tres que formaron parte del equipo de desarrollo. Lo mencionado aportó a una recopilación de información más amplia, ya que se cubrieron los tres roles característicos del marco de trabajo Scrum. La elección de la entrevista semiestructurada como instrumento de investigación permitió una amplia recopilación de información referente al uso del marco de trabajo Scrum en el proyecto LAB International. Entre los principales hallazgos se encontró la eficacia de la utilización del marco de trabajo Scrum para proyectos complejos con poca información inicial y requerimientos variables, ya que en las entrevistas los actores del proyecto indicaron que gracias al proceso iterativo del marco de trabajo pudieron cumplir con las necesidades del cliente gracias a la comunicación constante con el mismo y la evolución de los entregables desde la presentación de volumetría hasta los planos de detalle finales entregados al cliente, lo cual permitió reducir los retrabajos sustanciales en instancias de mayor nivel de detalle e incrementar valor agregado al producto final. Por otro lado, se evidenció como una oportunidad de mejora la utilización de herramientas visuales y de trabajo colaborativo como son el Miro y Mural para reducir tiempos de trabajo y flujo del mismo dentro del proceso iterativo para el correcto desarrollo del proyecto. Estas herramientas sumadas a las ya utilizadas dentro de la concepción del proyecto como son el drive y A360.

La descripción de la evolución en los entregables de la etapa de diseño del LAB International, así como la identificación de la información técnica del mismo, permitió tener un mayor entendimiento sobre la secuencia de entregables e hitos en el diseño de proyectos complejos en donde se aplica el marco de trabajo Scrum. Esto permitió un mejor entendimiento de los resultados obtenidos de la aplicación del marco de trabajo Scrum dentro del diseño. Asimismo, permitió un mejor entendimiento e interiorización de lo aprendido durante las entrevistas a los profesionales al apreciar la evolución constante que existió en los entregables del proyecto y demás aspectos de su desarrollo mencionados en dichas entrevistas. Además, dicha información descrita sirvió de apoyo en la realización del plan de aplicación al facilitar ejemplos de los resultados del uso de Scrum en la etapa de diseño del LAB International.

Un paso crítico para el desarrollo del plan fue el análisis de la información recopilada a través de las entrevistas al realizar tanto un análisis global como transversal. Lo mencionado permitió confirmar el uso del marco dentro del proyecto, así como identificar comentarios, lecciones aprendidas y sugerencias a tomar en cuenta en cada uno de los pasos definidos en el plan de aplicación. Asimismo, los resultados del análisis dieron una visión más clara del uso del marco de trabajo Scrum dentro del rubro de la construcción y que consideraciones especiales tomar para adaptarlo a dicha industria.

**Respecto al cuarto objetivo, se concluye que la validación final del plan de aplicación del marco de trabajo Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de laboratorio de alta complejidad aporta un gran valor agregado** al brindar comentarios y sugerencias desde el conocimiento práctico de su aplicación en el ámbito de la construcción. Luego de converger lo aprendido en las diversas etapas de la investigación mencionadas previamente, lo cual se sintetizó y permitió describir el plan de aplicación del marco de trabajo Scrum de forma secuencial y metódica. El panel de expertos permitió validar la secuencia de pasos descritos y

complementar el plan con comentarios relevantes, uso de herramientas y una mejor estructuración del plan para así asegurar el total entendimiento por parte del usuario final que tome el plan de aplicación como guía para un futuro proyecto.

### **7.1.2 Conclusiones específicas**

El marco de trabajo Scrum presenta grandes beneficios en proyectos complejos no predictivos como lo son los proyectos de laboratorio de alta complejidad, ya que facilita la retroalimentación y adaptación continua durante el desarrollo para así asegurar un producto final de calidad. Asimismo, los entregables se encuentran enfocados en otorgarle un alto valor al cliente a través de las diversas reuniones que se tienen con el mismo. Esto facilita una mejor comunicación, retroalimentación y permite adaptar el trabajo a las necesidades actuales del cliente. Los involucrados en el proyecto LAB International mencionaron que la forma de trabajo utilizada fue la mejor ya que les permitió desarrollar el diseño del proyecto aún sin tener una gran experiencia en proyectos de esa magnitud. Lo mencionado concuerda con lo señalado por Alaimo (2015), quién indica que la aplicación del marco de trabajo Scrum muestra sus mejores beneficios en proyectos complejos que no cuentan con un plan de ejecución definido desde un inicio.

El uso del método Scrum es adaptable a cualquier industria que lo requiera. Esto debido a que es un marco de trabajo propiamente, lo cual permite su adaptación a otras herramientas y formas de trabajo utilizadas en la industria de la construcción. Una de estas es el uso del BIM, el cual se basa en el mismo enfoque Lean del método Scrum ya que ambos buscan la productividad y la disminución de pérdidas. Esto permite que exista sinergia en el uso de estas formas de trabajo junto al marco de trabajo Scrum tal como se realizó en el LAB International. Esto concuerda con lo indicado por Ken Schwaber y Jeff Sutherland (2017), quiénes comentan

que Scrum no es método definitivo, sino es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear diversos procesos o técnicas.

La aplicación del marco de trabajo Scrum se realiza en proyectos no predictivos, por lo que el proceso exacto (cantidad de *Sprints*, *Product Backlog*, *Sprint Backlog*, entre otros) utilizado en un proyecto específico será de utilidad para uno futuro. Así mismo, se podrá utilizar la experiencia, la madurez y la evolución de su uso en próximos proyectos al tener un mayor conocimiento de qué realizar, cómo realizarlo, cuándo realizarlo y que consideraciones específicas tomar en cuenta en cada paso. Esto debido a la constante retroalimentación implicada en el uso del marco de trabajo, lo cual permitirá obtener una amplia cantidad de lecciones aprendidas para los involucrados y así generar la madurez del marco de trabajo con el número de usos en proyectos futuros.

Los criterios de aceptación definidos en el *Product Backlog* tendrán un comportamiento evolutivo a lo largo del desarrollo del proyecto. Esto debido a que cada *sprint* tendrá un resultado final que servirá de base y guía para los productos a desarrollar en los próximos *sprints*. Esta es una característica propia de las metodologías ágiles, las cuales constan de un proceso iterativo y evolutivo en sus criterios de aceptación, ya que estos no se encuentran definidos desde un inicio como es el caso de los proyectos predictivos.

El plan de aplicación descrito en el presente documento expone un enfoque híbrido al aplicar el enfoque ágil mediante el marco de trabajo scrum en conjunto con el uso de herramientas sugeridas por los involucrados en el caso de estudio y en los paneles de expertos. El presente plan de aplicación del marco de trabajo Scrum puede ser aplicado en futuros proyectos de alta complejidad durante su etapa de diseño.

## 7.2 Recomendaciones

### 7.2.1 Recomendaciones prácticas

Para la determinación del enfoque del proyecto, es imperativo contar con información suficiente para responder a las incógnitas de los bloques de proyecto, equipo y cultura. Esto con el objetivo de establecer la ubicación del proyecto en las grillas de los tres enfoques mencionados.

La difusión de la misión, objetivos y necesidades (*Product Vision Board*) a todos los involucrados del proyecto es importante para encaminar todos los trabajos a la propuesta de valor del producto.

Las propuestas de criterios de aceptación colocados en el *Product Backlog* deben poseer ideas y lenguaje claro e información precisa para los equipos de trabajo. Esto con el objetivo de generar flujos de trabajo eficientes, impedir trabas por requerimientos de información y retrabajos.

Durante los procesos de elaboración y aplicación del plan de implementación de diseño de laboratorio, es importante que los profesionales involucrados tengan un conocimiento del marco de trabajo ágil, ya que este ayudará a un correcto uso de las herramientas y aprovechamiento de los eventos como lo son el *Sprint Planing*, reuniones en general y herramientas de control.

En la definición de la metodología de trabajo y la programación de tiempos de entrega de avances, se debe dar una autonomía al equipo de trabajo y tomar en cuenta su rendimiento y capacidad de desarrollo de tareas. Esto con el objetivo de realizar acuerdos reales de tiempo y calidad con el cliente.

La implementación de herramientas colaborativas como lo son el Miro, nubes de información, A360, documentos colaborativos, entre otros durante el proceso de desarrollo del plan de implementación es importante para eliminar brechas de información o comunicación entre los equipos interdisciplinarios presentes en el proyecto. Del mismo modo, los métodos de control como son las métricas de avance e indicadores deben ser actualizadas en tiempo real y al alcance de todos los involucrados para aumentar la eficiencia de trabajos.

Para las reuniones mencionadas en el plan, se debe realizar una definición previa de los puntos de la agenda a tratar y definir a los involucrados en cada uno de estos. Además, se debe tener en cuenta al receptor al cual se expondrá los temas para una elección correcta del material visual y del lenguaje a utilizar. Esto con el objetivo de tener reuniones eficientes y entendibles para los receptores objetivos.

### **7.2.2 Recomendaciones para futuras investigaciones**

En el desarrollo de las entrevistas semiestructuradas, los moderadores de la reunión deben generar un ambiente cómodo para que el entrevistado pueda exponer sus ideas. Además, deben guiarlos a que respondan todas las preguntas planteadas por los autores para así evitar una falta de información para el análisis.

Aplicar el plan de aplicación del método Scrum en la etapa de diseño de un proyecto de alta complejidad. Esto con el objetivo de contar con una mayor cantidad de casos de estudio de los cuales poder evaluar y complementar el plan propuesto.

## REFERENCIAS

- Alaimo, M., & Salías, M. (2015). *Proyectos Ágiles con SCRUM: flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos*. Kleer.
- APHL. (2019). *Construction and Major Renovations Guidelines*. 15 de mayo, 2021, de APHL  
Sitio web: <https://www.aphl.org/aboutAPHL/publications/Documents/GH-2019May-Lab-Construction-Reno-Guidelines.pdf>
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Bioul, G. J. A., Escobar, F., Álvarez, M., Nardin, A., & Ricci Aparicio, E. (2010). Metodologías Ágiles, análisis de su implementación y nuevas propuestas. In XVI Congreso Argentino De Ciencias De La Computación.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n7/v2n7a9.pdf>
- Figueroa, R. G., Solís, C. J., & Cabrera, A. A. (2008). Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias de la Computación*, 9, 1-10.

Gay, L.R. (1996). Educational Research. Competencies for Analysis and Application. USA.

Goguen, J. and Linde, Ch. 1993. Techniques for requirements elicitation. Proceedings of Requirements Engineering '93, 152-164.

Guerrero Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa.  
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3645>

Guerrero Chanduví, D. A. (2016). 5.3 Definición del alcance.

Grosshauser, M. (1994). The Role of the intermediary. International Construction Law Review, 11, 234-234.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ª Ed.). México D.F: McGraw-Hill Educación.

Lares Lleras, A. (13 de diciembre, 2017). "Intervención de una obra con metodología Scrum". Mensaje publicado en <https://forprojectpros.com/>.

Loor, M. G. A. (2016). Estructura de Desglose de Trabajo como herramienta para la Planificación de Proyectos. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 1(2), 1-4.

Montero, B. M., Cevallos, H. V., & Cuesta, J. D. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, 2(17).

National Research Council. (2000). *Laboratory Design, Construction, and Renovation: Participants, Process, and Product*. National Academies Press.

Project Management Institute (PMI). (2017). *Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) (6TA EDICIÓN)*. Chicago: Independent Publishers Group.

Román, M. (1999). Guía práctica para el diseño de proyectos sociales.

Rubin, K. S. (2012). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular Agile process*. Addison-Wesley.

Salinero, J. G. (2004). Estudios descriptivos. *Nure investigación*, 7(Junio), 1-3. <http://webpersonal.uma.es/de/jmpaez/websci/BLOQUEIII/DocbIII/Estudios%20descriptivos.pdf>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). La guía definitiva de Scrum: las reglas del juego. Scrum.org.

Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard business review*, 85(11), 68.

Wolk, L. (2020). *Coaching el arte de soplar brasas*. Gran Aldea Editores.

## ANEXO 1

VARIABLES	FACTOR	PREGUNTAS
<b>Información General</b>	Identificación del proyecto	<p>¿Qué especialidades presenta el laboratorio?</p> <p>¿Cuál era el área del terreno?</p> <p>¿Qué costo estimado presentaba el proyecto?</p> <p>¿Cuál era el tiempo presupuestado del proyecto?</p>
	Magnitud del proyecto	<p>¿Cuántos ambientes contenía el laboratorio? ¿Cuáles eran estos?</p> <p>¿Los ambientes del laboratorio tenían restricciones de temperatura?</p> <p>¿Los ambientes del laboratorio tenían restricciones de humedad?</p> <p>¿Existían equipos y muebles específicos de trabajo o son genéricos?</p> <p>¿Los ambientes debían estar ubicados de manera específica?</p> <p>¿El proyecto contaba con áreas privadas y áreas de atención al público?</p> <p>¿Existía presencia de materiales tóxicos en los laboratorios?</p> <p>¿Cuáles eran los tipos de riesgos que presentaba cada ambiente?</p>
<b>Roles</b>	Marco ágil	<p>¿Contaban con experiencia previa en el diseño de este tipo de laboratorio?</p> <p>¿Era necesario reunirse periódicamente con el cliente?</p> <p>Al inicio del proyecto ¿Los requisitos fueron fijados o caso contrario fueron dinámicos?</p> <p>¿El cliente tenía una participación activa en el proyecto?</p>
	Product Owner	<p>¿Quién era la persona que conocía el funcionamiento total del laboratorio?</p> <p>¿Quién se mantenía en constante comunicación con los clientes sobre los requerimientos y necesidades del proyecto? ¿Dicha persona comunicaba los cambios a la totalidad del equipo? ¿Dicha persona tomaba decisiones basadas en los requerimientos del cliente?</p> <p>¿Quién verificaba que los diseños cumplieran con los requerimientos definidos por el cliente? ¿Cómo lo verificaba?</p>

---

		¿A qué persona se le consultaba sobre los requerimientos de los entregables? ¿En qué espacio se consultaba?
	Scrum Master	¿Quién orientaba a los diseñadores a que cumplan con los procesos y acuerdos? ¿Cómo lo hacía? ¿Quién facilitaba herramientas de organización dentro del equipo? ¿Qué herramientas se usaron? ¿Quién aseguraba una correcta interacción entre los miembros del equipo de diseño durante el desarrollo del proyecto? ¿Cómo lo hacía? ¿Quién levantaba impedimentos durante el proceso? ¿Cómo lo hacía?
	Equipo de desarrollo	¿El equipo de diseño contaba con cuántos profesionales? ¿De qué especialidades eran? ¿Existía una comunicación fluida dentro del equipo de desarrollo? ¿El equipo de diseño y personal de laboratorio aportaban en la solución de problemas globales del proyecto? ¿Cómo lo hacían? ¿Existía jerarquía dentro del equipo? ¿El equipo de diseño definía la forma de trabajo a utilizar durante el diseño? ¿Qué forma de trabajo utilizaron?
<b>Producto</b>	Product Backlog	¿Cuáles fueron los requerimientos y funcionalidades dados por el cliente? ¿Cómo el cliente comunicaba dichos requerimientos y funcionalidades? ¿Cómo se estructuraron los requerimientos y funcionalidades del proyecto? ¿Existían grandes categorías para los entregables? ¿Cómo se priorizaron las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto? ¿Qué criterios se usaron para esta? ¿Se presentaron cambios en los requerimientos del proyecto por parte del cliente? ¿Qué cambios se dieron? ¿Estos afectaron al desarrollo del proyecto?
	Sprint Backlog	¿Cómo definían la cantidad de tareas a realizar dentro de cada periodo de entrega al cliente? ¿Qué tipos de entregable solicitaba el cliente (informes, planos, bosquejos)? ¿Se realizaron entregas parciales del diseño? ¿Qué requisitos exigía el cliente para dichas entregas?

---

---

Proceso	Proceso	Preguntas
	Sprint	<p>¿Cuánto plazo otorgaba el cliente para las entregas?            ¿Dicho plazo era constante para cada entregable? ¿Cómo se establecían los plazos de entrega de los avances del diseño?</p>
	Sprint planning	<p>¿Cómo planificaban el trabajo a realizar dentro del periodo de tiempo de entrega al cliente?</p> <p>¿La cantidad de trabajo dada a las áreas de diseño era acorde a los tiempos de entrega establecidos?</p>
	Daily meeting	<p>¿Cada cuánto tiempo se reunía el equipo de diseño?            ¿Estuvo presente en dichas reuniones? ¿Cuánto tiempo duraban las reuniones?</p> <p>En las reuniones de equipo ¿Se informaban los avances de cada involucrado?</p> <p>En las reuniones de equipo ¿Se informaban los pendientes necesarios para el cumplimiento de los entregables en desarrollo?</p> <p>En las reuniones de equipo ¿Se aprovechó en dar solución a impedimentos?</p>
	Sprint Review	<p>¿Se realizaron reuniones con el cliente o stakeholders en donde los diseñadores explicaban sus entregables? ¿Cada cuánto se realizaban estas reuniones? ¿Estuvo presente durante estas reuniones?</p> <p>¿Cómo se desarrollaban dichas reuniones? ¿Qué temas se trataban?</p>
	Refinamiento	<p>¿Se modificaron los requerimientos y criterios de diseño del proyecto? ¿Dichas modificaciones sumaron valor agregado a los entregables?</p> <p>¿Se realizaban planes para la implementación de los cambios? ¿Cómo se incluían dentro del alcance?</p>
	Sprint Retrospective	<p>¿Existían reuniones del equipo de diseño en donde se evaluaba la forma de trabajo utilizaba y se planteaban nuevas en busca de la mejora continua?</p> <p>¿El plan de diseño del proyecto ayudó a los alcances del proyecto?</p> <p>En su opinión, ¿el tiempo de las reuniones fue favorable para desarrollar todos los puntos adecuadamente?</p> <p>En su opinión, ¿la forma de trabajo utilizada con el equipo de diseño fue la óptima?</p>

---

---

<b>Control</b>	Burndown Chart	¿Existía alguna herramienta que comparaba las actividades planificadas con las actividades realizadas? ¿Cada cuánto tiempo se actualizaba dicha herramienta? ¿El uso de esta herramienta fue de utilidad?
	Kanban	¿Existía alguna herramienta que permitía visualizar que actividades se encontraban pendientes, cuáles se encontraba en desarrollo y cuáles se habían finalizado? ¿Cada cuánto tiempo se actualizaba dicha herramienta? ¿El uso de esta herramienta fue de utilidad?


---



## ANEXO 2

Cod	Criterios de Evaluación								
			1	2	3	4	5		
1	¿El cliente entiende y apoya el enfoque agile para el proyecto?	Tradicional						Ágil	CULTURA
2	¿Tienen los interesados la confianza en que el equipo puede transformar su visión y necesidad en un producto o servicio existo, con apoyo de la retroalimentación continua?								
3	¿Se le dará autonomía al equipo para tomar decisiones locales sobre como emprender el trabajo?								
4	¿Cuál es el tamaño del equipo principal?								EQUIPO
5	¿Cuál es el nivel de experiencia y habilidades de los roles del equipo principal? (metodologías agiles)								
6	¿Tendrá el equipo acceso a una comunicación fluida con el cliente con el fin de hacer preguntas y obtener retroalimentación?								PROYECTO
7	¿Cuál es la variabilidad de los requisitos? (50% - 5%)								
8	¿Qué podría ocasionas una falla?								
9	¿Se puede realizar el trabajo por fracciones de trabajo?								
10	¿Existe riesgos y restricciones relevantes durante el proceso?								
Total									

ANEXO 3

Empresa			
Grupo objetivo	Necesidades	Producto	Valor
			

## ANEXO 4

Identificador (ID) de la Historia	Épica	Nombre de HU	Descripción de HU	Prioridad	Criterios de aceptación

## ANEXO 5

N°	Código Historia de Usuario	Nombre de HU	Puntos de Historia	Tareas	Responsable	Horas asignadas	Horas reales	Estado
1	00-000-00X	Funcionalidad 1	Puntos consensuados	Tarea 1.1				
				Tarea 1.2				
				Tarea 1.3				
				Tarea 1.4				
2	00-000-00X	Funcionalidad 2	Puntos consensuados	Tarea 2.1				
				Tarea 2.2				
				Tarea 2.3				
3	00-000-00X	Funcionalidad 3	Puntos consensuados	Tarea 3.1				
				Tarea 3.2				
				Tarea 3.3				

## ANEXO 6

Item	Pasos del Plan	Entrevistados					Promedio
		E1	E2	E3	E4	E5	
1	Determinar el enfoque del proyecto	5	5	4	5	4	4,6
2	Elegir al Product Owner	5	5	5	5	5	5,0
3	Definir el Product Vision Board	5	5	5	5	5	5,0
4	Determinar el Product Backlog	4	5	4	4	4	4,2
5	Elegir el Scrum Master	5	5	5	5	5	5,0
6	Elegir al Equipo de Desarrollo	5	5	5	5	5	5,0
7	Desarrollar el Sprint Planning	4	5	5	4	4	4,4
8	Desarrollar el Daily Meeting	5	5	4	4	5	4,6
9	Refinar el Product Backlog	5	4	5	5	5	4,8
10	Desarrollar el Sprint Review	5	5	5	5	5	5,0
11	Desarrollar el Sprint Retrospective	5	4	5	5	5	4,8