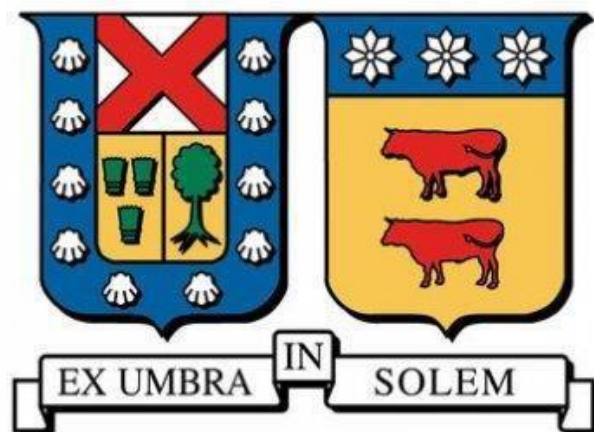




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

METODOLOGÍA DE DISEÑO ORGANIZACIONAL PARA LABORATORIOS DE FABRICACIÓN DIGITAL EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR
ANDRÉS OJEDA RUIZ

PROFESOR GUÍA
DR. OSCAR SAAVEDRA RODRÍGUEZ

PROFESOR CORREFERENTE
JOSÉ TOMÁS DOMÍNGUEZ FUENZALIDA

SANTIAGO DE CHILE, 15 DE AGOSTO, 2022



Un agradecimiento,

*A mi familia en Chile que me ha dado apoyo incondicional y contención
afectiva a lo largo de todo este proceso.*

*A mi familia fuera de Chile que me ha ayudado mucho en la revisión del
documento y han sido un verdadero faro en estas agitadas mareas.*

*A mis amigas y amigos que siempre me prestaron atención y preocupación
por mi estado de ánimo y avance en la carrera.*

*A la gente de los laboratorios que me recibieron y accedieron a conversar
sobre mis inquietudes concernientes a este tópico.*

Al universo por permitirme aprender en cada paso que he dado en esta senda.



RESUMEN EJECUTIVO

Cuando un Laboratorio de Fabricación (FabLab) nace y comienza a desarrollarse es normal dejar que se estructure de forma natural y no planificada al principio, pero mantener esa condición denota una falta de visión estratégica. Esto se puede traducir en una organización sin estructura clara, problemas de cultura, comunicación, dirección, y respuesta frente al entorno, dando como consecuencia el crecimiento inorgánico del laboratorio, que puede llevar a resultados de ineficiencia, incumplimiento/ausencia de metas, mala repartición de labores, incertidumbre laboral y/o problemas de liderazgo.

En respuesta a esto, se busca propiciar la creación y el crecimiento orgánico y ordenado mediante el diseño organizacional de los FabLabs en Chile. Sin embargo, es claro que no hay una medida que resuelva todos los casos, por lo que se propone una metodología para que estos laboratorios puedan diseñar su organización en base a sus propios parámetros y factores de contingencia, resultando un diseño organizacional paramétrico que pueda ayudar a la creación, desarrollo o adecuación de los FabLabs chilenos. Adicionalmente se aplica esta propuesta al FabLab de la UTFSM.

Al comprender que el entorno de los FabLabs normalmente es dinámico, y que estos se enfocan principalmente en la innovación, investigación, fabricación de partes y prototipos, y a la educación tecnológica, resulta muy importante propiciar una coordinación interna fuerte y libre, sin imposiciones jerárquicas y liderada más bien por la experiencia y *expertise* técnica, para que se pueda responder ante las diferentes exigencias de clientes, usuarios y otros grupos de interés ante cualquier cambio del entorno.



Índice de Contenidos

1.	Problema de investigación	1
2.	Objetivos	4
2.1	Objetivo general.....	4
2.2	Objetivos Específicos.....	4
3.	Antecedentes y estado del arte	5
3.1	Qué es un FabLab.....	5
3.2	Comunidad FabLab	8
3.3	Estado del Arte.....	12
4.	Marco teórico.....	15
4.1	Dimensiones del diseño organizacional	15
4.2	Configuración organizacional.....	17
4.3	Dos enfoques para el diseño organizacional	22
4.4	Dirección estratégica y efectividad	25
4.5	Etapas del diseño organizacional.....	36
5.	Propuesta Metodológica.....	39
5.1	Análisis de Macroentorno.....	39
5.2	Análisis de Microentorno.....	50
5.3	Análisis FODA situación externa.....	58
5.4	Diferenciación e integración sistémica	60
5.5	Identificación de recursos y capacidades	62
5.6	Competencias distintivas.....	64



5.7	Intento Estratégico.....	67
5.8	Diseño Organizacional.....	70
6.	Caso Aplicado al FabLab UTFSM – San Joaquín	80
6.1	Contexto organizacional general.....	80
6.2	Diferenciación e integración sistémica	81
6.3	Identificación de recursos y capacidades	83
6.4	Competencias distintivas.....	84
6.5	Intento estratégico	85
6.6	Diseño organizacional.....	89
7.	Conclusiones	110
8.	Futuras líneas de investigación.....	112
9.	Referencias.....	113
10.	Anexos.....	120
10.1	Diagrama de problemas y objetivos	120
10.2	Diferencias entre espacios creativos.....	122
10.3	Gobernanza Estudiantil	124
10.4	Listado de máquinas por la Fab Foundation.....	125
10.5	Referencias de <i>Layout</i> para FabLabs.....	126
10.6	Caracterización de <i>Stakeholders</i>	130
10.7	Cambio Organizacional Planificado.....	134
10.8	Nuevo plan Paso a Paso 2022	135
10.9	Mapas de interacciones y complejidad organizacional	136



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Crecimiento proyectado de FabLabs y graduados de la Fab Academy desde el 2003 al 2027, usando la trayectoria típica de una curva tecnológica de (Pérez 2002).	1
Ilustración 2: Dimensiones contextuales y estructurales del diseño organizacional que interactúan entre sí.	16
Ilustración 3: Cinco partes básicas de la organización de Mintzberg.	19
Ilustración 4: Los cinco principales tipos de organizaciones presentadas en el modelo de Mintzberg.	20
Ilustración 5: Comparación entre el diseño de sistema mecánico, o de Desempeño Eficiente, y el diseño de sistema natural, u Organización que Aprende.	24
Ilustración 6: Rol de la alta gerencia en la dirección, el diseño y la efectividad organizacionales.	27
Ilustración 7: Relación entre las cinco fuerzas de Michael E. Porter para la formulación estratégica.	30
Ilustración 8: Orden para el proceso de diferenciación.	36
Ilustración 9: Variación del Producto Interno Bruto de Chile.	43
Ilustración 10: Variación mensual del Índice de Precios al Consumo, valor interanual, acumulado desde enero y variación mensual.	44
Ilustración 11: Distribución de la población chilena por región ordenadas de norte a sur.	45
Ilustración 12: Comparativa y caracterización de las 4 revoluciones industriales.	48
Ilustración 13: Representación gráfica de la brecha en la desigualdad de distribución de las participaciones para FabLabs en la Región Metropolitana en el año 2019. Cálculo del coeficiente de Gini.	57
Ilustración 14: Cadena de valor según Porter para FabLab UTFSM. Se utilizan los principales subsistemas identificados en la sección 6.2 Diferenciación e integración sistémica.	91



Ilustración 15: Asignación de funciones de la organización a las partes de la organización según modelo Mintzberg. Si bien se pueden identificar las partes, hay que tener presente que al ser una adhocracia operativa, quien realiza las funciones podría variar si es que el caso lo amerita justificadamente.	92
Ilustración 16: Mapa de todas las relaciones de la organización. Las relaciones de estructuras externas con los sistemas de la organización en líneas punteadas verdes, y relaciones internas intersistemas en líneas negras.....	93
Ilustración 17: Mapa de los cuatro tipos fundamentales de relación entre los principales sistemas del FabLab UTFSM.....	94
Ilustración 18: Organigrama matricial del FabLab UTFSM. Consta de coordinaciones específicas y un <i>pool</i> de ayudantes que se pueden alternar dependiendo de los proyectos y necesidades de los talleres.	95
Ilustración 19: Modelo operativo del FabLab UTFSM.	102
Ilustración 20: Propuesta de <i>layout</i> para FabLab UTFSM.	127
Ilustración 21: Propuesta de disposición básica de la FabLab Guide.	128
Ilustración 22: Propuesta de disposición para FabLab Chicago.	129
Ilustración 23: Proceso del cambio organizacional planificado.	134
Ilustración 24: Mapa de relaciones entre estructuras ajenas al laboratorio con los sistemas internos del laboratorio.	136
Ilustración 25: Mapa de relaciones general entre sistemas internos del laboratorio.....	137
Ilustración 26: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de mando dentro de la organización.	138
Ilustración 27: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de solicitudes dentro de la organización.	139



Ilustración 28: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de información dentro de la organización.....	140
Ilustración 29: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de recursos dentro de la organización.	141

Índice de Tablas

Tabla 1: Grupos de interés y el provecho que representan para un FabLab en general.....	12
Tabla 2: Cuatro estrategias básicas resultantes del cruce entre ventaja y alcance competitivo.	32
Tabla 3: Diseño organizacional propuesto resultante de la estrategia utilizada.	35
Tabla 4: Modelos, variables y estructuras a considerar para el proceso de decisiones del diseño organizacional.....	38
Tabla 5: Número de FabLabs en la Región Metropolitana, con la cantidad de emprendimientos contenido en cada uno.....	56
Tabla 6: Diferenciación e integración sistémica de un FabLab en Chile.....	62
Tabla 7: Identificación de Recursos y Capacidades de un FabLab.	64
Tabla 8: Diferenciación e integración sistémica del FabLab UTFSM. Se desglosa solo hasta los principales procesos de cada subsistema por términos de practicidad.	83
Tabla 9: Identificación de recursos y capacidades más importantes del FabLab UTFSM.	84
Tabla 10: Competencias necesarias para los puestos de cada unidad funcional, tanto para su nivel coordinador como para el nivel de ayudante.	99
Tabla 11: Caracterización detallada de <i>stakeholders</i> acorde al interés que despierta en el FabLab, el interés recíproco que significa para el actor, y las fortalezas y debilidades de la relación de interés.	133
Tabla 12: Comparativa entre fases del nuevo plan Paso a Paso de abril 2022.	135



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

“La fabricación digital hoy se encuentra aproximadamente en la misma etapa que la computación digital a principios de los 80’s, cuando las computadoras personales permitieron que millones de personas accedieran a capacidades que antes eran exclusivas de grandes organizaciones. Pasadas dos décadas de estas “PC’s”, llegaron millones de dispositivos móviles y billones de cosas conectadas” (Gershenfeld, 2021). Así mismo, el número de FabLabs en el mundo se ha estado duplicando cada 18 meses por más de una década, y hoy hay más de 2000 laboratorios a nivel global (Gershenfeld, 2021).

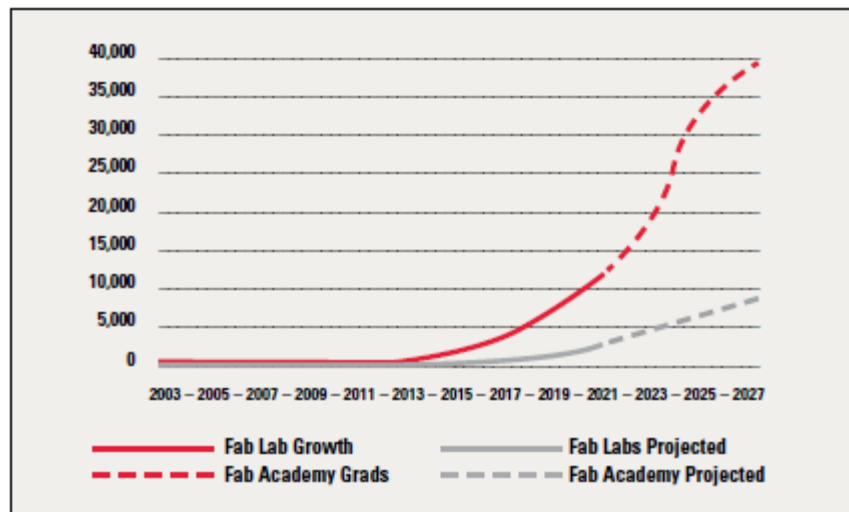


Ilustración 1: Crecimiento proyectado de FabLabs y graduados de la Fab Academy desde el 2003 al 2027, usando la trayectoria típica de una curva tecnológica de (Pérez 2002).

(Fuente: Digital Fabrication and the Future Work, Cutcher-Gershenfeld, J., Gershenfeld, A., Gershenfeld, N. (2018).)

Cada vez es más común encontrar laboratorios de fabricación digital y también más documentación y directrices sobre la forma en que estas organizaciones deben ser gestionadas, lo cual no siempre significa que se implementen de una buena manera. A fin



de cuentas, tal y como asevera Jennifer Johns, en colaboración con la Fab Foundation en su FabLab Guide, si bien hay directrices y requisitos para integrarse a la comunidad FabLab, cada uno tiene la libertad de plantear su propio modelo de negocios (Johns, 2018). Teniendo esto en consideración, es normal encontrar laboratorios que comienzan sus operaciones sin tener un diseño organizacional claro y concreto. “El Diseño Organizacional regula el flujo de información en una organización, y, de esta forma, influencia su habilidad para adaptarse ante perturbaciones en el entorno, y anticipar las consecuencias que traen los cambios de las políticas de la organización. En consecuencia, el diseño de la organización es crucial para el rendimiento de ésta, ya que influencia su capacidad para tomar acciones y reaccionar de forma efectiva” (Eriksen, 2006).

Siguiendo la línea del párrafo anterior, se puede concluir que el diseño organizacional es fundamental para que una organización alcance sus metas de forma efectiva y eficiente, y que la presencia de “un diseño y estructura organizacionales deficientes dan como resultado un desconcertante pantano de contradicciones: confusión en los roles, falta de coordinación entre las funciones, fallas en el intercambio de ideas, y toma de decisiones lenta, lo cual sitúa a los gerentes en situaciones de complejidad, estrés y conflicto innecesarios.” (Corkindale, 2011). Esto, sumado a malos hábitos de orden, falta de procesos de documentación en los diferentes roles de la organización, ausencia de un sistema de control adecuado y ambigüedades en el modelo de negocio, tiende a generar un crecimiento inorgánico. Las consecuencias pueden llegar a ser severas y pueden abarcar desde ámbitos más tangibles, como ineficiencias, o ausencia/incumplimiento de metas, junto al detrimento de la imagen de la organización, hasta incertidumbre laboral o rotación indeseada de personal con largos tiempos de adaptación.



Como consecuencia de esta disparidad en la forma de ejecución y/o implementación que se ha podido observar al desenvolverse en el ámbito de los FabLab en Chile, particularmente el FabLab UTFSM, y en relación con los antecedentes planteados, se presenta el objetivo de investigación: Proponer un Modelo de Diseño Organizacional para Laboratorios de Fabricación Digital en Chile, que logre equilibrar la autonomía y la libertad que gozan, para facilitar la forma en que se gestan, organizan y desarrollan.



2. OBJETIVOS

2.1 *Objetivo general*

Plantear un método de diseño organizacional para facilitar la formación, organización y desarrollo de laboratorios de fabricación digital en Chile.

2.2 *Objetivos Específicos*

Identificar y modelar la estructura organizacional actual base de los FabLab chilenos con sus fortalezas y debilidades mediante un análisis estructural.

Identificar y concretar los aspectos que componen una cultura, estructura, sistemas de información, estrategia, tareas y roles deseables para espacios de fabricación digital, utilizando un enfoque sistémico para el reconocimiento de ellos.

Proponer características basales de las dimensiones estructurales para una organización del tipo FabLab, en cuanto a formalización, centralización y jerarquía.

Aplicar el modelo propuesto al caso particular FabLab UTFSM adecuando las variables atinentes al caso.



3. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

3.1 Qué es un FabLab

“FabLab es el componente de divulgación educativa del *Center for Bits and Atoms* (CBA) del MIT, una extensión de su investigación sobre fabricación y computación digitales. Un FabLab es una plataforma de creación de prototipos técnicos para la innovación y la invención que proporciona un estímulo para el espíritu empresarial local. Un FabLab es también una plataforma para el aprendizaje y la innovación: un lugar para jugar, crear, aprender, guiar e inventar.” (Fab Foundation, s.f.).

“Un FabLab está compuesto de herramientas de fabricación y electrónica de grado industrial listas para ser utilizadas, bajo el alero de softwares y programas de código abierto, escritos por investigadores del Centro de *Bits and Atoms* del MIT. Los FabLabs están siendo adoptados gradualmente por las escuelas como plataformas para la educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) práctica y basada en proyectos. En entornos educativos, en lugar de depender de un plan de estudios fijo, el aprendizaje se produce en un contexto personal, auténtico y atractivo, en el cual los estudiantes atraviesan un ciclo de imaginación, diseño, creación de prototipos, reflexión e iteración a medida que encuentran soluciones a los desafíos o aportan sus ideas a la vida” (Fab Foundation, s.f.).

Cultura

Lo que diferencia a los FabLabs de otros espacios creativos es un conjunto de criterios y directrices que todos los laboratorios siguen. Estas directrices son diseñadas para ayudar a los administradores y usuarios a crear una atmósfera de apertura, lo cual da pie a la



definición de “código abierto”, o dicho en inglés, “*opensource*”. Originalmente el término “*opensource*” hacía referencia a programas de computador para los cuales se tenía libre acceso al código fuente, permitiendo la modificación y adecuación del diseño original (Johns, 2018). Sin embargo, este concepto, junto con los lineamientos de los FabLab, pasa a tener un significado más integral, llegando a ser una filosofía para personas que han usado tiempo gratuito o facilitado en un laboratorio de fabricación digital para desarrollar sus proyectos. Esta ideología fomenta el registro público de los proyectos, desde códigos de programación, hasta diseños y listados de errores comunes, junto a videos explicativos, de forma tal que la evolución tome una forma de bola de nieve, donde con cada iteración el proyecto experimenta una evolución que queda registrada para la siguiente persona que decida desarrollar y aprender del proyecto antecesor.

Innovación

Según el Manual de Oslo, documento que entrega guías para la recolección, reporte y uso de data en la innovación, se define el concepto de innovación como “un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso)” (OECD/Eurostat, 2018). De esta forma, la innovación pasa a ser un eje fundamental de la cultura que se fomenta en espacios creativos de forma transversal.

Prototipado

Otro eje fundamental es el prototipado. La creación de prototipos es un proceso experimental en el que los equipos de diseño transforman ideas en cuerpos tangibles, desde dibujos en papel hasta presentaciones digitales.



El prototipado rápido es la fabricación rápida de una pieza física, modelo o ensamblaje mediante el diseño asistido por computadora (CAD) en 3D. La creación de la pieza, modelo o ensamblaje generalmente se completa mediante fabricación aditiva, o más comúnmente conocida como impresión 3D (The Welding Institute, s.f.), sin embargo también se puede encontrar ampliamente en tecnologías de fabricación sustractiva, como por ejemplo, mediante máquinas de corte láser.

Máquinas

La tecnología disponible en un laboratorio de este tipo, debiera permitir fabricar casi cualquier cosa, es decir, tanto el hardware como el software, pudiendo ser utilizados en múltiples proyectos y soluciones en áreas multidisciplinarias.

La Fab Foundation recomienda cierta tecnología mínima para la implementación de un FabLab (Fab Foundation, s.f.). El listado se detalla en el Anexo 10.4 Listado de máquinas por la Fab Foundation^{10.4}, sin embargo, a modo de resumen, se requieren máquinas de fabricación aditiva y sustractiva y, adicionalmente, *software* -idealmente de código abierto para alinear mejor la misión de democratizar el acceso a herramientas de fabricación digital y al conocimiento para la educación y la invención- para el diseño y fabricación asistida por computadora (CAD y CAM respectivamente).

El contar con este conjunto de máquinas, herramientas y *software* permitirá que el laboratorio pueda ser certificado como un FabLab por la Fab Foundation y, además, la disponibilidad de esta tecnología en común entre los distintos laboratorios permitirá la realización o continuación de los mismos proyectos en cualquiera de los FabLabs existentes.



Espacios

Debido a que una parte importante de la cultura deseable en un FabLab es de colaboración y coformación (ayudar a la formación entre pares), se hace necesario propiciar espacios que fomenten estas características. Sin embargo, al mismo tiempo, el uso de maquinaria dentro del laboratorio supone riesgos intrínsecos de su funcionamiento, por lo cual diseñar el espacio ideal para un FabLab puede ser tan simple como tomar la propuesta de la Fab Foundation, o bien, generar una disposición basada en el diseño y ergonomía necesarias para cumplir tanto con los estándares de seguridad, como con las ambiciones de fomento al trabajo de redes entre usuarios, según se desee. Muchas tecnologías de diseño o fabricación digital son relativamente limpias y poco ruidosas, por lo que se hace sencillo lograr la convivencia entre gente que realiza sus prototipados o creaciones, y otras personas que quieren enfocarse en programación, diseño u otra actividad de escritorio.

En el Anexo 10.5 Referencias de *Layout* para FabLabs se pueden encontrar algunas propuestas de diseño de espacio para las máquinas y sectores de un laboratorio de fabricación digital, junto a una serie de preguntas de la *FabLab Guide* (Johns, 2018) que permiten orientar el proceso de definición del espacio.

3.2 Comunidad FabLab

Redes de FabLabs

A lo largo y ancho del mundo coexisten diversas agrupaciones de FabLabs, algunas con alcance internacional y otras más locales. La principal función de estas agrupaciones es articular la comunicación, fomentar el intercambio de información y generar instancias de colaboración entre sus integrantes, de acuerdo a las necesidades del ámbito en el que



se desarrollan. A continuación se realiza un ligero desglose de las agrupaciones más relevantes, partiendo de un alcance más amplio hasta acotarlo al caso particular de estudio.

FabLab Network

“FabLab Network es una comunidad abierta y creativa de fabricantes, artistas, científicos, ingenieros, educadores, estudiantes, aficionados, profesionales de todas las edades, ubicados en más de 149 países en aproximadamente 2,000 FabLabs. Desde laboratorios comunitarios hasta centros de investigación avanzada, los FabLabs comparten el objetivo de democratizar el acceso a las herramientas para la invención técnica. Esta red comunitaria es una extensión de fablabs.io y es simultáneamente una red de fabricación, un campus de educación técnica distribuida y un laboratorio de investigación distribuido que trabaja para digitalizar la fabricación, promoviendo la próxima generación de fabricación y fabricación personal” (Fablabs.io, s.f.).

Fab Foundation

“Formada en 2009 para facilitar y apoyar el crecimiento de la red internacional de laboratorios fab, así como el desarrollo de organizaciones regionales de creación de capacidad. La Fab Foundation es una organización sin fines de lucro de EE.UU. que surgió del programa *Center for Bits and Atoms*. Su misión es brindar acceso a las herramientas, el conocimiento y los medios financieros para educar, innovar e inventar utilizando la tecnología y la fabricación digital para permitir que cualquiera pueda hacer (casi) cualquier cosa y, por lo tanto, crear oportunidades para mejorar vidas y medios de vida



en todo el mundo. Las organizaciones comunitarias, las instituciones educativas y las organizaciones sin fines de lucro son sus principales beneficiarios” (Fab Foundation, s.f.).

FabLAT – Red Latinoamericana de FabLabs

“La Red Latinoamericana de FabLabs (FabLAT) busca articular un movimiento de *Makers*, Innovadores y Emprendedores a escala regional y global, fomentando espacios creativos y colaborativos donde no existen, reinventando modelos con contextualización aterrizados según características locales: ubicando fabricación digital a una escala en la que, profesionales, amateurs e incluso especialistas, buscan armonía con la cultura ancestral y contemporánea, y sobre todo orientando las estrategias y acciones de la Red para resolver mayores desafíos a través del aprendizaje y el trabajo colaborativo, liderado por diferentes grupos, instituciones, organizaciones y personas de todos los países participantes, buscando trabajar en red, de forma distribuida y horizontal” (Fablabs.io, s.f.).

“FabLAT fue fundada por un grupo de profesionales, principiantes o personas visionarias y socialmente comprometidas, buscando influir positivamente en la región, aunando esfuerzos y generando alianzas entre personas y/u organizaciones, con el propósito principal de brindar un soporte tecnológico y fomentar el desarrollo de redes de trabajo P2P (*peer to peer*; par a par), con el objetivo de impulsar una economía colaborativa dentro de un ecosistema renovador y potencial de educación y turismo emprendedor en la era digital para América Latina” (Fablabs.io, s.f.).



Red Chilena de Fablabs

El 2019 se reactivó la Red Chilena de FabLabs pocos meses antes del arribo de la pandemia en Chile, compuesta por 20 laboratorios a la fecha, con el objetivo de impulsar en conjunto proyectos locales y regionales de alto impacto, y potenciar vínculos con la red FabLAT y red global. Esta situación fue de gran ayuda para esta Red, en el momento de la pandemia, ya que además de tener la oportunidad de mostrar su quehacer, pudieron compartir desarrollos de código abierto para materializar en sus casas y laboratorios a lo largo de Chile, logrando fortalecer la Red (Centro de Innovación UC, s.f.).

Stakeholders

Una de las partes más relevantes e influyentes en la comunidad de un FabLab son sus *stakeholders*, no solo por su propia traducción como “grupos de interés”, sino más bien por la principal diferencia que existe entre los FabLab y otras categorías de espacios creativos; el enfoque, conexión y compromiso con la sociedad “glocal”, concepto que nace de la combinación de lo global y lo local y que hace referencia a una disposición y capacidad de pensar globalmente y actuar localmente. Además de lo anterior, todos los modelos colaborativos coexisten y son codependientes, por lo que tener una definición clara de los grupos de interés es fundamental para su correcta coordinación y ejecución.

En el caso de un laboratorio de fabricación en general, se pueden encontrar los siguientes *stakeholders*, cuya caracterización por el interés que despiertan en el laboratorio, el interés recíproco que puede esperar de la organización en estudio, y las fortalezas y debilidades que presenta cada *stakeholder* para el laboratorio en cuestión se detallan en el Anexo 10.6 Caracterización de *Stakeholders*.

Grupo o institución	Función o actividad
Institución amparadora	Difusión, representatividad y reputación.
Fondos públicos/privados	Financiamiento.
Staff	Operación y administración del laboratorio.
Voluntarios	Aumento de fuerza operacional circunstancial.
Comunidad local	Receptores de proyectos, difusión y retroalimentación.
Red Chilena de FabLabs	Difusión, representatividad, alianzas, intercambio de información y colaboración en general.
Emprendimientos	Uso y difusión del laboratorio, retroalimentación, alianzas, uso de talleres y servicios.
Iniciativas	Uso y difusión del laboratorio, retroalimentación, alianzas, uso de talleres y servicios.
Cientes miembros	Contratación de membresías, retroalimentación, uso de talleres y servicios.
Cientes puntuales	Usuario de las instalaciones, retroalimentación, uso de talleres y servicios.
Municipio	Difusión, fomento, financiamiento y alianzas.
Otros laboratorios	Fuentes de información, compartición de procedimientos y prácticas, alianzas.

Tabla 1: Grupos de interés y el provecho que representan para un FabLab en general.

(Fuente: Elaboración propia.)

3.3 Estado del Arte

Dentro de los documentos que han sido recopilados al momento de realizar esta investigación, resultó difícil encontrar literatura que abordara el diseño organizacional de los laboratorios de fabricación digital, e incluso de otros espacios de fabricación similares. Sin embargo, se puede notar que existe un interés académico en este tipo de organizaciones, pues existen trabajos que abordan diversas áreas en torno a los FabLab.

En el trabajo de Pilicita (Pilicita, 2019) se realizó un estudio para determinar la factibilidad de implementación de un laboratorio de fabricación digital (FabLab) a cargo



de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial en la Universidad Central del Ecuador. Este trabajo pudo comprender desde el estudio de mercado, pasando por la presentación de un plan de negocios, disposición espacial, plan de mantenimiento, hasta un estudio financiero. De forma similar, Suárez (Suárez, 2019) realizó un estudio de factibilidad para la instalación de un FabLab a cargo de la Universidad Distrital Francisco José Caldas, en Colombia, donde se pudo realizar un estudio técnico-económico, de forma similar a lo planteado en el trabajo de Pilicita, y además, un levantamiento de las condiciones y requerimientos legales, técnicos, sociales, ambientales y financieros de las instituciones educativas que patrocinan o albergan laboratorios de fabricación digital.

En el trabajo de Silva (Silva, 2019) se pudo elaborar un modelo de negocios para un laboratorio de fabricación digital en la Región Metropolitana de Chile, con lo que se propuso como principales clientes a emprendedores y, como fuentes de ingreso, el cobro por uso del espacio mediante membresías, y el cobro de las capacitaciones iniciales. Adicionalmente, generó una propuesta de un plan de marketing, operaciones y un plan financiero, el cual reveló que un laboratorio de este tipo podría ser autosostenible con un financiamiento inicial del 50%, pero sumamente sensible a los cambios en los costos, que se traducen en gran medida en remuneraciones y arriendos. De esta forma, se recalca la importancia del apoyo de socios clave, como incubadoras de fondos, para la obtención de financiamientos que ayuden a sobrellevar los costos fijos. Por otra parte, una de las conclusiones más importantes de este trabajo es la identificación de la oportunidad que existe en el mercado del emprendimiento. Según lo que indican en la tesis referida, la oferta de laboratorios en Chile no alcanza a cubrir el 1% de la demanda de emprendimientos que requerirían el uso de estos espacios.

Cambiando el enfoque de los documentos revisados, también existe interés en abordar aspectos de los FabLabs desde la perspectiva de un plan de mantenimiento de



activos críticos. En el trabajo de Gallardo (Gallardo, 2019), se propuso un plan para mejorar la disponibilidad de los activos críticos del FabLab UTFSM, donde se pueden destacar alcances atingentes a la cultura que promueve el laboratorio en cuanto a medidas de seguridad y registro del uso de máquinas, así como también la orgánica de mantenimientos preventivos y correctivos (75 % y 25% respectivamente). Por otra parte, pudo identificar inconsistencias en el registro de uso de máquinas, identificar maquinarias con mayor probabilidad de fallar y, además, proponer un sistema de administración de trabajo mediante órdenes de trabajo para el registro de las acciones de mantención, sistema que podría ser replicado en otras áreas y actividades de interés operacional, táctico y/o estratégico, de forma tal que se pueda mejorar el sistema de control de calidad en el laboratorio.

En paralelo, cabe mencionar que la Red Chilena de FabLabs se encuentra realizando esfuerzos, al año 2022, para confeccionar un manual de buenas prácticas y una guía para comenzar y/o mejorar el funcionamiento, operación, gestión y organización de un FabLab, buscando resumir información desde el contexto del movimiento FabLab, hasta el impacto social que genera, o busca generar, la instalación de uno de estos laboratorios, pasando por la definición de proyecto, comunidad, equipamiento y espacios, modelos de operación, seguridad y mantención, fuentes de conocimiento y formación de equipos.



4. MARCO TEÓRICO

A continuación se exponen los principales conceptos que se hace necesario manejar para entender qué es el diseño organizacional, cuáles son las principales variables y dimensiones que se deben tomar en consideración, cómo la situación externa e interna de una organización afecta al diseño mismo de su esquema organizacional, algunas nociones de dirección estratégica, y finalmente, los conceptos y etapas que se deben manejar para desarrollar un proceso que permita diseñar la organización de un FabLab.

4.1 *Dimensiones del diseño organizacional*

Según Richard L. Daft (2011), una organización se puede dividir en dos tipos de dimensiones. “Las dimensiones estructurales proporcionan etiquetas para describir las características internas de una organización. Crean una base para medir y comparar las organizaciones. Las dimensiones contextuales caracterizan a toda la organización, incluidos su tamaño, tecnología, entorno y metas. Describen el escenario organizacional que incluye y da forma a las dimensiones estructurales.”

Al referirse a las dimensiones estructurales, el autor enumera seis principales: (1) Formalización, (2) Especialización, (3) Jerarquía de la autoridad, (4) Centralización, (5) Profesionalismo y (6) Razones de personal.

1. Formalización: Cantidad de documentación escrita necesaria para describir el comportamiento y las actividades que se llevan a cabo en la organización.
2. Especialización: O división de trabajo. Grado de subdivisión de las funciones del cargo. Si la especialización es baja, la persona lleva a cabo una amplia variedad

de tareas. Si la especialización es severa, cada empleado lleva a cabo un rango limitado de tareas.

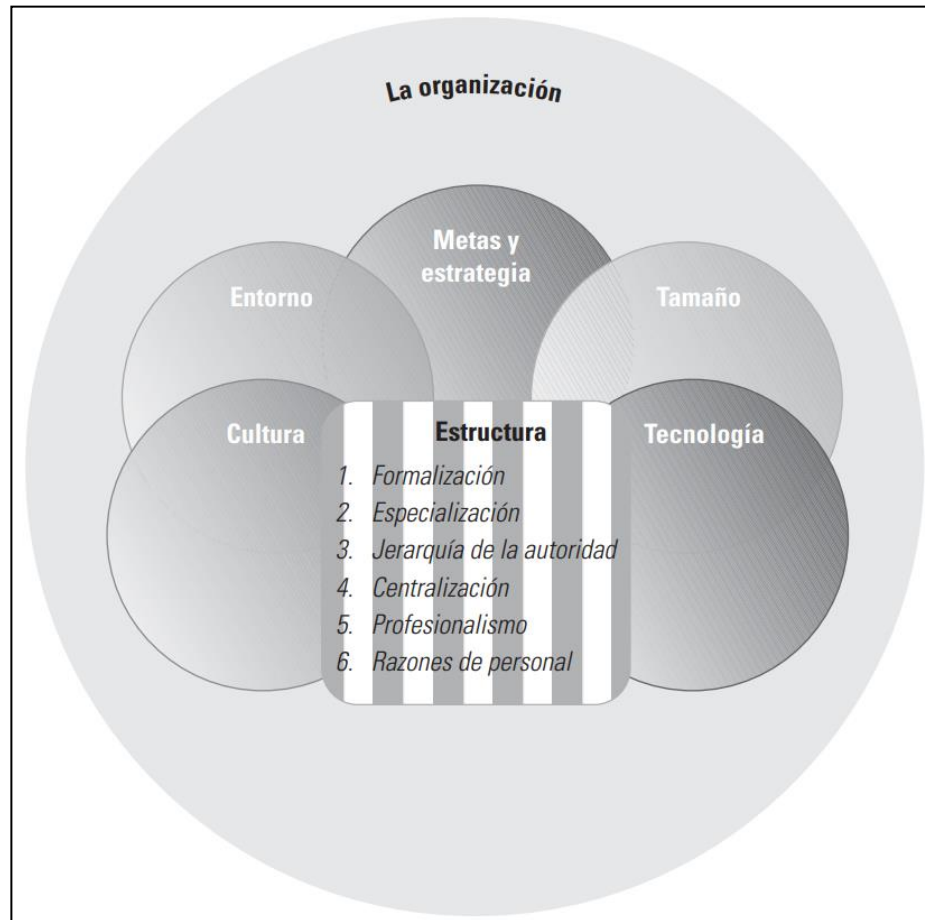


Ilustración 2: Dimensiones contextuales y estructurales del diseño organizacional que interactúan entre sí.

(Fuente: Daft, R. L. (2011). *Teoría y Diseño Organizacional*. (10^{ma} edición).)

3. **Jerarquía de la autoridad:** Describe el sistema de reportes dentro de la organización, junto a los tramos de control de cada gerente. “Quién le reporta a quién” y “Número de empleados que le reportan a un supervisor”. En general, cuando el tramo de control es corto (pocos empleados que reportan), la jerarquía de la autoridad suele ser alta, y viceversa.



4. Centralización: Define en cuál nivel jerárquico se tiene la autoridad para tomar decisiones. Si las decisiones se concentran en niveles altos de jerarquía, se dice que es una organización centralizada. En cambio, si estas decisiones se delegan en niveles más bajos, tiende a ser descentralizada.
5. Profesionalismo: Nivel de educación formal y capacitación necesarios para poder llevar a cabo las tareas de forma satisfactoria. Por lo general, esto se mide en el número promedio de años de capacitación de los empleados.
6. Razón de personal: Forma en la que se reparten y/o distribuyen los empleados entre las distintas áreas o equipos de la organización. Generalmente, se mide dividiendo el número de personas de un área sobre el total de empleados en la organización.

4.2 Configuración organizacional

El modelo de Henry Mintzberg también caracteriza lo que define como las cinco partes que componen a toda organización (Conger, J. & Kanungo, R., 1988). Estas partes se definen como (1) Núcleo operativo, (2) Tecnoestructura, (3) Staff de Apoyo, (4) Línea Media y, por último, (5) Ápice Estratégico.

Tal como se puede ver en la Ilustración 3, la forma en que se distribuyen y componen las organizaciones en cuanto a estas cinco partes puede variar, y las 5 principales o típicas están modeladas y nombradas de acuerdo a lo que representan, tal como se detalla en la Ilustración 4.

1. Núcleo operativo (NO): Parte de la organización donde se genera el trabajo básico y fundamental de la organización. En este grupo se hace la transformación primaria de insumos a productos finales.



2. Tecnoestructura (TE): La función de la TE es ayudar a la organización a adaptarse a los cambios del entorno. Crea innovaciones en el NO para mejorar su rendimiento. Está compuesto principalmente por disciplinas de ingeniería, investigación y tecnologías de la información.
3. Staff de Apoyo (SA): El SA se responsabiliza por la operación eficiente de la organización, incluidos los elementos físicos y humanos, gestionando procesos desde reclutamiento y contratación, hasta mantenimiento y limpieza de máquinas.
4. Línea Media (LM): Ambas gerencias se pueden agrupar en una super categoría de Administración. El objetivo de la Administración es dirigir y coordinar las otras partes de la organización. En el nivel medio la responsabilidad cae principalmente en la implementación y coordinación a nivel departamental de los lineamientos trazados por la AE, adquiriendo un rol de comunicación/dirección entre esta última y el NO.
5. Ápice Estratégico (AE): La AE forma parte de la Administración, al igual que la LM, tomando un rol de dirección y coordinación, sin embargo, se centra más en proporcionar dirección, planeación, estrategia, metas y políticas para toda la organización, o bien, a sus principales divisiones.

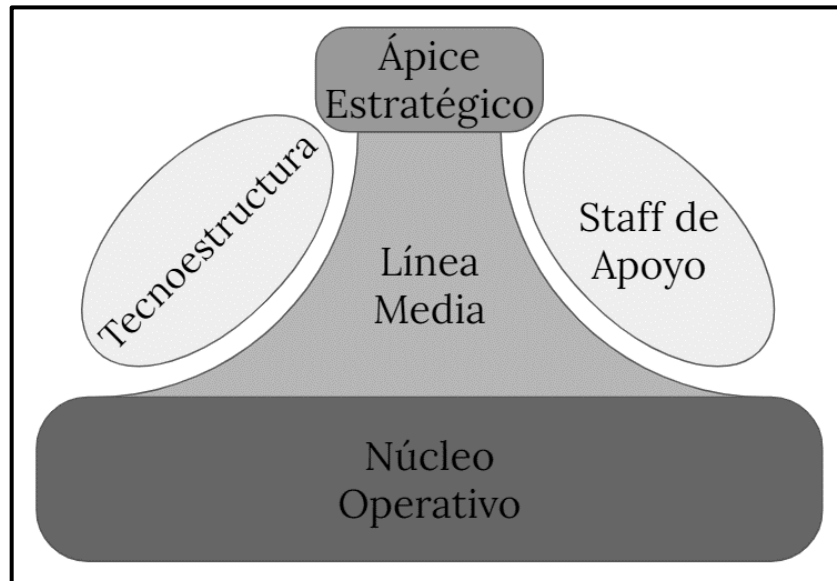


Ilustración 3: Cinco partes básicas de la organización de Mintzberg.

(Fuente: Elaboración propia traducido desde Mintzberg, H. (enero de 1981).)

A continuación, una breve descripción de cada una de estas cinco organizaciones:

- a. Estructura Emprendedora: Toda la administración y coordinación viene directamente desde la AE en vez de la LM. La AE es la clave de la estructura. Requiere poco o nulo TE y SA. La meta de esta estructura es sobrevivir y establecerse en la industria. Hay poca formalización y especialización. Se puede encontrar en entornos dinámicos por su simplicidad y flexibilidad, as cuales le otorgan rapidez de respuesta ante el cambio, siendo esto una fuente de ventaja.
- b. Aparato Burocrático: Tiene un NO adaptado para la producción en masa. TE y SA altamente especializados. Con una LM reducida se hace necesario tener altos niveles de jerarquía de control, lo que conlleva gran cantidad de formalización para la comunicación y especialización en las labores. Esta estructura presenta metas de eficiencia primordiales y altamente valoradas

por la organización. Se puede encontrar en entornos sencillos y estables debido a que esta estructura no es adaptable.

- c. Burocracia Profesional: El tamaño e importancia del NO es lo más característico de esta estructura, compuesto por profesionales altamente capacitados y facultados con capacidad y libertad de decisión, pues son quienes más saben de sus labores. TE reducido pues generalmente basta con las propias gestiones del NO. SA numeroso para apoyar con las actividades rutinarias. Metas de calidad y efectividad, y las niveles de especialización y

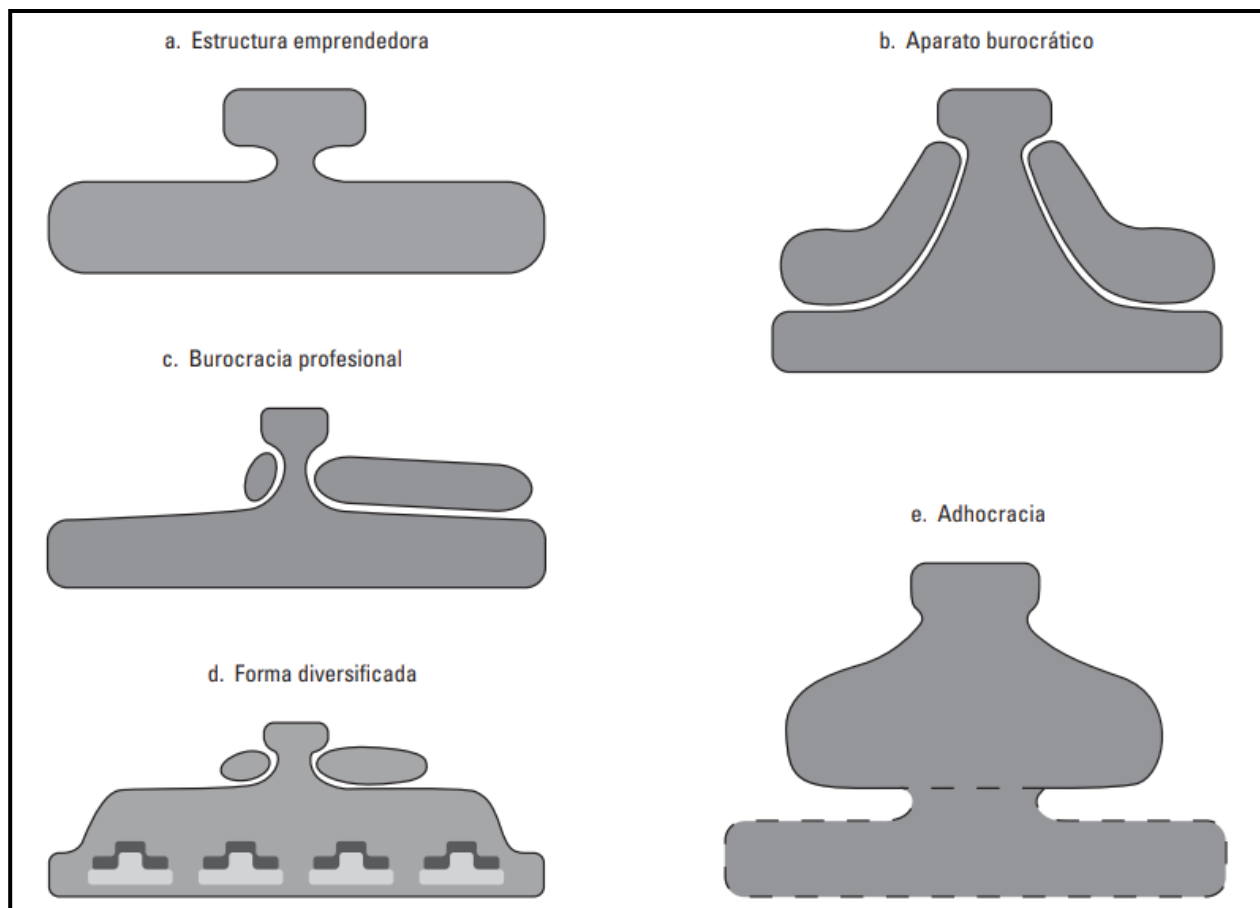


Ilustración 4: Los cinco principales tipos de organizaciones presentadas en el modelo de Mintzberg.

(Fuente: Mintzberg, H. (1979). The Structuring of Organizations.)



formalización presentes, pero sin destacar especialmente ya que el NO requiere de autonomía. Se puede encontrar en entornos complejos, y generalmente se enfoca en brindar servicios.

- d. **Forma Diversificada:** Grandes empresas subdivididas en productos o mercados. AE reducida con una selecta TE exclusivamente dedicado a la AE. SA numeroso para el manejo de la documentación para y de las subdivisiones. La LM es la clave de esta estructura, pues debe articular las subdivisiones del NO, las cuales pueden presentar cualquier tipo de estructura descrita. Esta forma ayuda a solucionar el problema de falta de flexibilidad de un Aparato Burocrático.
 - e. **Adhocracia:** Entornos complejos y dinámicos. Presenta principalmente metas de innovación frecuente y cambiante. La LM, TE y SA se fusionan en un gran cuerpo central. Estructura altamente orgánica, poca formalización, alta especialización horizontal del trabajo. Los empleados participan en la administración y soporte de sus equipos. Tienen la tendencia a agrupar especialistas en función de labores de gestión interna, pero desplegarlos en pequeños equipos por proyectos. Tiene una fuerte dependencia en buenos canales de comunicación y coordinación para fomentar el ajuste mutuo como forma de coordinación. Existen dos principales subdivisiones de la adhocracia: la operativa y la administrativa.
- (1) La operativa incluye al NO dentro de la estructura, y busca resolver problemas de forma innovadora para sus clientes. Sus trabajos administrativos y operativos tienden a mezclarse en una sola instancia, e incluso si debe hacerse una distinción, normalmente implica mantener un vínculo muy fuerte entre lo administrativo y operativo, al punto que



deberían poder intercambiar sus roles libremente. Se pueden encontrar en organizaciones como agencias de publicidad creativas, fabricantes de prototipos ingenieriles, firmas de consultoría y *think-tanks*.

- (2) La administrativa también funciona con equipos por proyectos, pero para servirse a sí misma. Hace una diferencia muy marcada entre la parte administrativa y la parte operativa, al punto de tratar a su NO como otra organización, ya sea burocrática, automatizada, o incluso externalizarla, de forma tal que el conjunto administrativo (LM, TE, SA) pueda encargarse y enfocarse directamente en el desarrollo de, principalmente, innovación e investigación. Se pueden ver en compañías petroleras automatizadas, compañías de teatro o cine.

4.3 *Dos enfoques para el diseño organizacional*

Lo anterior se identifica principalmente en el contexto de la primera revolución industrial, donde se buscaba la automatización y que todo funcionara como una “máquina bien aceiteada”. El entorno se percibía como ordenado y predecible, y el rol de los administradores era mantener la estabilidad, el crecimiento era un criterio básico para el éxito organizacional. Las organizaciones se volvieron grandes y complejas, y las fronteras entre los departamentos funcionales y las organizaciones, diferentes. Las estructuras internas se volvieron más complejas, verticales y burocráticas. El liderazgo se basaba en principios gerenciales sólidos y solía ser autocrático; la comunicación era principalmente por medio de memorandos, cartas y reportes formales. Los administradores realizaban toda la planeación y el “trabajo pesado”, mientras que los empleados, el trabajo manual a cambio de sueldos y otras compensaciones (Daft, 2011).



Hoy en día todo es más dinámico. El contexto científico pasó del orden newtoniano a la teoría del caos y la física cuántica, lo cual implica que los sistemas no son estables ni lineales, sino que numerosas interconexiones y opciones divergentes crean un esquema de efectos incontrolables que hacen de esto algo sumamente impredecible (Tetenbaum, 1998). No obstante, aun dentro del desorden y el caos se puede observar patrones y rangos de orden. Es por esto que las organizaciones, y cualquier otro sistema complejo, podría ser tratado más como un sistema natural que como una máquina bien aceiteada.

Con este preámbulo claro, se puede comenzar a hacer una distinción muy importante para el enfoque que se le dé al diseño organizacional de un FabLab. Para resumir, el enfoque de la primera revolución industrial se denomina, “Desempeño Eficiente” y se contrasta con la aplicación contemporánea denominada, “Organización que Aprende”. Este último enfoque “promueve la comunicación y la colaboración, de forma tal que sus participantes formen parte de la identificación y solución de problemas, permitiendo a la organización experimentar, mejorar y aumentar su capacidad de forma continua” (Daft, 2011). En la : se contrastan las organizaciones enfocadas hacia el desempeño eficiente y hacia el aprendizaje continuo, tomando en consideración cinco elementos del diseño organizacional: (1) Estructura, (2) Tareas, (3) Sistemas, (4) Cultura y (5) Estrategia, elementos que están interconectados y, como todo sistema complejo, influyen unos sobre otros.

1. Estructura: De la estructura vertical a la horizontal. Se descentraliza la administración y las funciones departamentales se vuelven heterogéneas en su especialización.

2. Tareas: De las tareas de rutina a roles de empoderamiento. De la división especializada e independiente, al uso del criterio y habilidades, con pocas reglas y formalidad.
3. Sistemas: De sistemas de control formales a información compartida. Se abren los procedimientos e instancias para comunicar. Líneas abiertas con clientes, proveedores, empleados y competencia.
4. Cultura: De cultura rígida a adaptable. Empresas que fueron exitosas en entornos estables peligran al ser víctimas de su propio éxito cimentado en esa cultura. Ahora se busca fomentar la igualdad, apertura y mejora continua.
5. Estrategia: De la estrategia competitiva a la colaborativa. La alta gerencia solía estipular la forma de usar eficientemente los recursos y manejar cambios en el entorno. Ahora la fuerza laboral mantiene contacto con el mercado y la industria (clientes y competidores principalmente), lo cual ayuda al desarrollo estratégico.

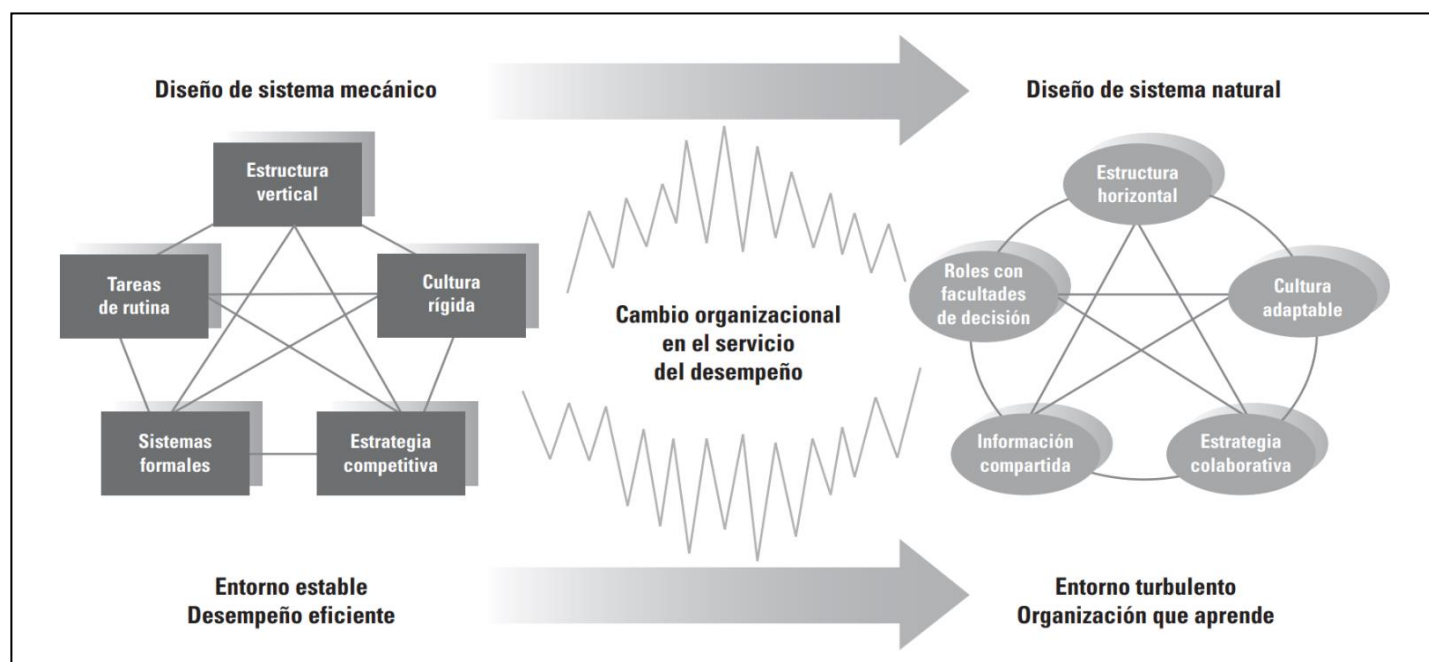


Ilustración 5: Comparación entre el diseño de sistema mecánico, o de Desempeño Eficiente, y el diseño de sistema natural, u Organización que Aprende.

(Fuente: Daft, R. (2011). Adaptado de David K. Hurst, *Crisis and Renewal: Meeting the Challenge of Organizational Change* (Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1995).)



4.4 Dirección estratégica y efectividad

La principal responsabilidad de la alta gerencia es determinar las metas de una organización, la estrategia y el diseño, adaptando así la organización a un entorno cambiante (Kotter, 1999). Para administrar bien las organizaciones, se debe tener un sentido claro de cómo medir la efectividad. Más allá de los roles gerenciales, las metas también ofrecen a los empleados un sentido de dirección, de modo que se hace más fácil tener claridad de hacia dónde van, lo cual ayuda a motivarlos hacia metas específicas y resultados importantes. Para esto, se hace necesario tener claridad sobre algunos conceptos relacionados a la dirección estratégica.

Conceptos de dirección estratégica

Meta Organizacional: Es un estado deseado de los negocios que la organización pretende lograr (Ikeda, 1965). Una meta representa un resultado o punto final hacia el cual deben dirigirse los esfuerzos organizacionales. La elección de las metas y de la estrategia influye en la forma en que debe diseñarse la organización.

Intento estratégico: Es el esfuerzo por que las energías y recursos de la organización estén dirigidas hacia una meta enfocada de unificación y convincentemente general (Hamel y Prahalad, 2005). A fin de alcanzar el éxito, las metas y estrategias organizacionales se centran en el intento estratégico, el cual ofrece un enfoque para que la gerencia actúe, y se relaciona estrechamente con la misión, la ventaja competitiva y la competencia central.

Misión: Frecuentemente se llama misión a la meta global de una organización, en ella se describen los valores compartidos, las creencias y la razón de ser de la organización. En ocasiones se le conoce como metas oficiales, estableciendo formalmente el alcance del



negocio y los resultados que la organización busca alcanzar. Legitiman la organización en cuanto grupos de interés (internos y externos) se integran y/o comprometen con la organización debido a que se identifican con la misión establecida.

Ventaja competitiva: El objetivo general del intento estratégico es ayudar a que la organización logre una ventaja competitiva sostenible. La ventaja competitiva es una característica que distingue a la organización frente a sus competidoras y le proporciona una ventaja distintiva en el mercado o industria, colocándola en una posición relativa superior para competir. Dicho de otra forma, es común que los gerentes se esfuercen por desarrollar estrategias que se enfoquen en sus competencias centrales a fin de obtener una ventaja competitiva.

Competencia central: Es algo que una organización hace especialmente bien en comparación con sus competidores. Una competencia central puede darse en el área de investigación y desarrollo superiores, conocimiento experto en tecnología, eficiencia en el proceso o excepcional servicio al cliente (Mascarenhas, Baveja y Jamil, 1998).

Metas operativas: Designan los fines buscados a través de los procedimientos de operación reales de la organización y explican lo que pretende hacer la organización (Perrow, 1961). Las metas operativas describen los resultados específicos medibles y con frecuencia se refieren al corto plazo. Las metas operativas por lo general pertenecen a las tareas primarias que debe realizar una organización (Stoelwinder y Charns, 1981). Típicamente se incluyen metas en dimensiones de desempeño general, recursos, mercado, desarrollo de los empleados, productividad y para la motivación y el cambio.

Estrategias: Son un plan para interactuar con el entorno competitivo a fin de alcanzar las metas organizacionales. La base de la formulación de estrategias está en determinar si la organización realizará actividades diferentes a las de sus competidores o ejecutará actividades semejantes de manera más eficiente que su competencia (Porter, 1996).

Nociones de dirección estratégica

Ya con un poco más de claridad en los conceptos básicos a utilizar en esta sección, se puede estudiar de mejor forma la Ilustración 6, donde se detalla en una especie de diagrama de flujo el proceso de la alta gerencia, y/o subsecuentemente, la gerencia de nivel medio, para la dirección y el diseño organizacional, con la intención de propiciar efectividad a la organización o área/departamento de interés.

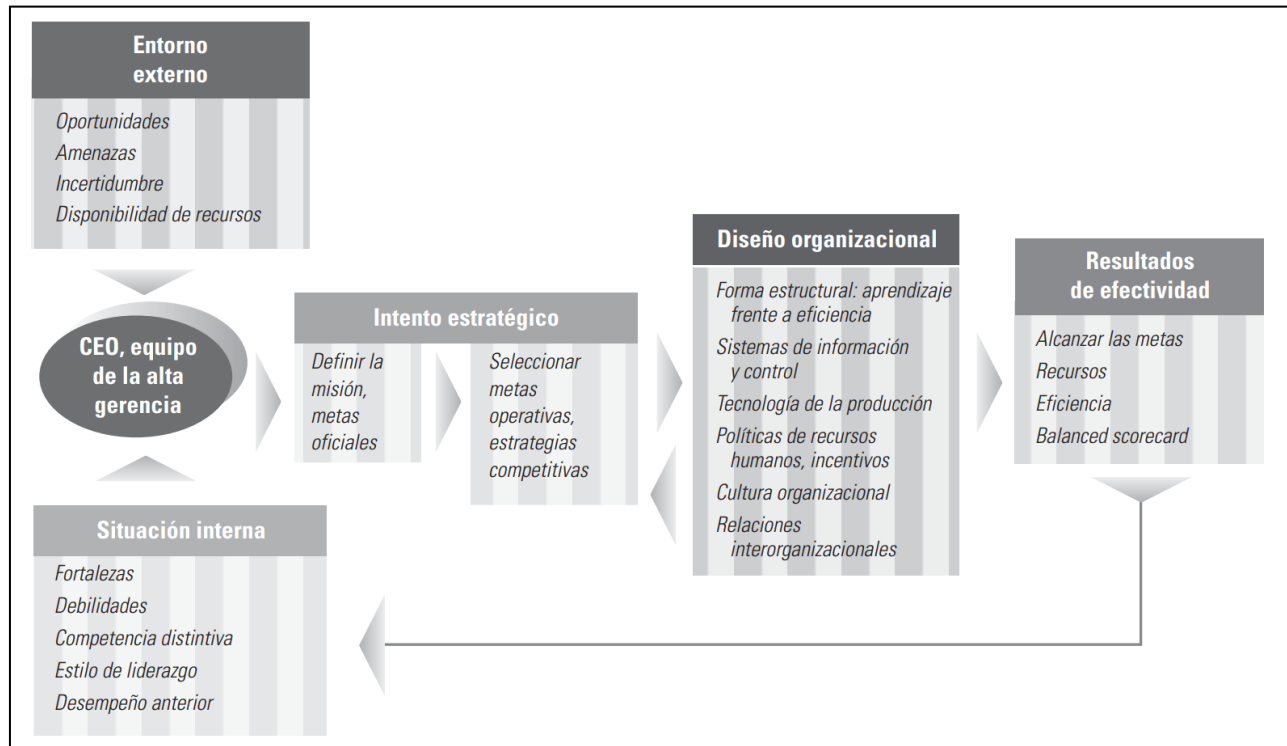


Ilustración 6: Rol de la alta gerencia en la dirección, el diseño y la efectividad organizacionales.

(Fuente: Daft, R. L. (2011). *Teoría y Diseño Organizacional*. (10^{ma} edición).)



Comenzando por un análisis del entorno, tanto interno como externo, el equipo de AE determina oportunidades, amenazas, incertidumbre y disponibilidad de recursos en el entorno externo, y lo contrasta con la situación interna de la organización, con especial énfasis en las fortalezas, debilidades, recursos, capacidades y el desempeño del intento estratégico anterior, para definir la competencia distintiva. Con toda esta información, se procede a definir, reajustar, cambiar, mantener y articular el intento estratégico del periodo anterior. Esto incluye la definición de una misión general y metas oficiales resultantes de un equilibrio entre las oportunidades externas y las fortalezas internas. Con esto, se formulan estrategias y metas operativas específicas que definen la forma en que se deba alcanzar y cumplir la misión general. Posteriormente, en el flujo en cuestión, se encuentra el diseño organizacional, cuya principal función es reflejar la forma en que se implementan las metas y estrategias de modo que la atención y los recursos de la organización se enfoquen constantemente en realizar la misión y alcanzar las metas. Cabe destacar que, tal como se muestra en la Ilustración 6 mediante una bidireccionalidad en la flecha que relaciona el intento estratégico con el diseño organizacional, hay veces en las que las estrategias se crean a partir de la estructura actual de la organización, de esta forma, es el diseño actual el que limita las estrategias. Pero también es muy común que las necesidades del entorno terminen definiendo las estrategias, y, en consecuencia, se opte por rediseñar la organización a fin de alcanzar las nuevas metas propuestas.

Por último, una parte clave de la dirección estratégica -y de tantas otras disciplinas-, es el control de la efectividad de las medidas adoptadas. Las mediciones de desempeño retroalimentan la situación interna y permite al equipo de la AE aprender y tomar en



consideración los resultados del intento estratégico anterior, para establecer nuevas metas y la dirección estratégica a futuro.

Las decisiones de los altos directivos en materias de metas, estrategias y diseño organizacional influyen en la efectividad organizacional. De la misma forma, la gerencia de nivel medio debe elegir y formular sus propias estrategias para cumplir con sus metas operacionales (concordantes con la misión y metas globales), con el fin de obtener un éxito organizacional.

Estrategias y fuerzas competitivas de Porter

Para el presente trabajo, se consideran dos principales modelos para la formulación de estrategias, las cinco fuerzas de Porter y, por otra parte, la tipología estratégica de Miles y Snow. Cada una de éstas tiene un enfoque diferente, sin embargo, resulta interesante el análisis cruzado para notar cómo se comunican entre ambas y lograr tener una visión más integral al momento de querer determinar una estrategia para la organización de interés. Debido a la amplia cobertura que ha recibido el modelo de Porter, se opta por brindar una descripción breve y acotada.

Fuerzas competitivas de Porter

Las fuerzas descritas por Michael Porter son (1) Amenaza de nuevos entrantes, (2) Poder de negociación de proveedores, (3) Poder de negociación de compradores, (4) Amenaza de sustitutos, y (5) Rivalidad entre competidores existentes. En la Ilustración 7 se puede notar la relación entre estas fuerzas según lo planteado en (Porter, 2008), y a continuación se explican los principales puntos a considerar por el mismo autor:

1. Amenazas de nuevos entrantes: Nuevos entrantes a la industria conllevan nuevas capacidades y deseos de ganar participación de mercado, lo cual supone una presión en precios, costos y niveles de inversión necesarios para ser competitivo en dicha industria.
2. Poder de negociación de proveedores: Los proveedores grandes y poderosos pueden fijar precios altos, limitar los servicios o la calidad y traspasar costos a sus clientes, conservando así más del valor para sí mismos.
3. Poder de negociación de compradores: La capacidad de poder exigir mejor calidad de un producto o servicio, reducción de precios y, como consecuencia, lograr que los competidores se enfrenten directamente entre ellos, todo en detrimento de la rentabilidad de la industria, implica alto poder de negociación.

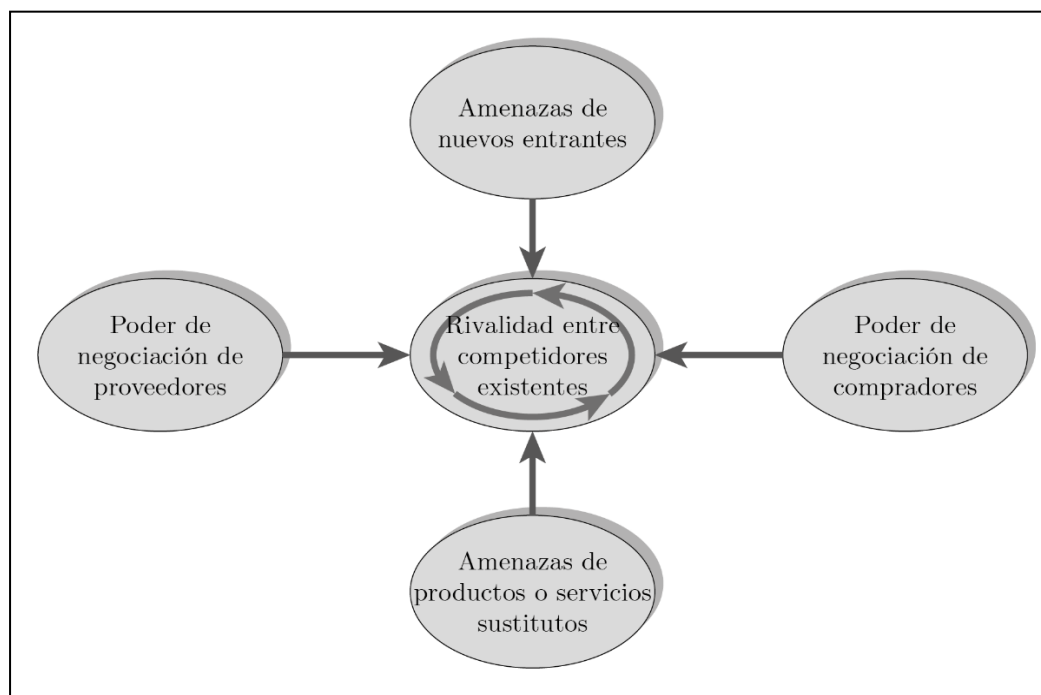


Ilustración 7: Relación entre las cinco fuerzas de Michael E. Porter para la formulación estratégica.

(Fuente: Adaptación visual propia desde Porter, M. (enero de 2008). The Five Competitive Forces That Shape Strategy. *Harvard Business Review*, 78-93.)



4. Amenazas de sustitutos: Cuando la amenaza de sustitutos es alta, el potencial de rentabilidad de la industria sufre, ya que los posibles sustitutos imponen un techo en los precios, de esta forma, si la industria no se distancia de sus sustitutos mediante rendimiento del producto, marketing, u otra forma, queda propensa a sufrir en términos de rentabilidad y/o crecimiento.
5. Rivalidad entre competidores existentes: La rivalidad se puede dar de muchas formas, como por ejemplo descuentos en precios, introducción de nuevos productos, campañas publicitarias o mejoras del servicio. Una rivalidad alta tiende a limitar la rentabilidad de una industria, sin embargo, el grado con que esto ocurre depende principalmente de, primero, la intensidad con la que se compite, y, segundo, la base sobre la cual compiten. Estos factores tienen que ver con el grado de madurez de la industria, la distribución de las participaciones de mercado o el ritmo de crecimiento de la industria. Normalmente la rivalidad se incrementa considerablemente si la competencia entre rivales converge en la misma dimensión. Con un entendimiento bien acabado de los cimientos estructurales de la rivalidad, los estrategas pueden incluso redireccionar la naturaleza de la competición hacia otra más favorable.

Estrategias competitivas de Porter

Al buscar la ventaja competitiva en estas cinco fuerzas, (Porter, 1980) postula que una empresa puede adoptar una de tres estrategias: (1) Diferenciación, (2) Liderazgo en costos bajos o (3) Enfoque.

1. Diferenciación: Las organizaciones intentan diferenciar sus productos o servicios de otros en la industria. La meta de esta estrategia por lo general son clientes a

quienes no les preocupa particularmente el precio, así que puede ser bastante redituable. Sin embargo, las estrategias de diferenciación satisfactorias requieren un número de actividades costosas, como diseño e investigación del producto y extensa publicidad (Daft, 2011).

2. Liderazgo en costos: Busca aumentar la participación de mercado al mantener los costos bajos en comparación con la competencia. Una posición de costos bajos significa que una empresa puede obtener utilidades más altas que los competidores debido a su eficiencia y costos operativos más bajos (Daft, 2011).
3. Enfoque: La organización se concentra en un mercado regional o grupo de compradores específico. La empresa intentará lograr una ventaja en costos bajos o una ventaja de diferenciación dentro de un mercado definido muy estrecho (Daft, 2011).

		Ventaja Competitiva	
		Costo Bajo	Singularidad
Alcance Competitivo	Amplio	Liderazgo en costos bajos	Diferenciación
	Estrecho	Enfoque en liderazgo de costos bajos	Enfoque en la diferenciación

Tabla 2: Cuatro estrategias básicas resultantes del cruce entre ventaja y alcance competitivo.

(Fuente: Adaptación gráfica desde Daft, R. L. (2011). *Teoría y Diseño Organizacional*. (10^{ma} edición).)

Tipología estratégica de Miles y Snow.

En la tipología de Miles y Snow el foco se pone principalmente en el concepto de que quienes administran una organización buscan formular estrategias que sean congruentes con el entorno externo y, a su vez, las organizaciones aspiran a un ajuste entre las



características internas de la organización, la estrategia y el entorno externo. Las cuatro estrategias que es posible desarrollar son: (1) Exploradora, (2) Defensora, (3) Analista, y (4) Reactiva.

1. Exploradora: Trata de innovar, arriesgar, buscar nuevas oportunidades y crecer. Esta estrategia es adecuada para un entorno dinámico en crecimiento, en el cual la creatividad es más importante que la eficiencia.
2. Defensora: Casi lo contrario de la estrategia de exploración. En lugar de arriesgarse y buscar nuevas oportunidades, la estrategia de defensa se preocupa por la estabilidad o incluso el retraimiento. Esta estrategia busca mantener a los clientes actuales, pero no hace innovaciones ni busca el crecimiento. El defensor se preocupa principalmente por la eficiencia interna y el control, a fin de generar productos confiables y de alta calidad para los clientes constantes. Esta estrategia puede ser satisfactoria si la organización forma parte de una industria en descenso o en un entorno estable.
3. Analista: Procura mantener un negocio estable al mismo tiempo que se produce una innovación en la periferia. Parece estar a medio camino entre las estrategias de exploración y de defensa. Algunos productos serán la meta para entornos estables en los que se utiliza una estrategia de eficiencia diseñada para conservar a los clientes actuales. Otros serán la meta para entornos nuevos y más dinámicos donde existe la posibilidad de un crecimiento. La estrategia de análisis busca equilibrar la producción eficiente para las líneas de productos o servicios actuales con el desarrollo creativo de nuevas líneas de productos.

4. Reactiva: En realidad, la estrategia reactiva no es una estrategia como tal, más bien, responde a las amenazas del entorno y a las oportunidades de un modo *ad hoc*. En una estrategia reactiva, los altos directivos no definen un plan a largo plazo ni presentan a la organización una misión o meta específica, de modo que la organización toma las medidas que considera satisfactorias para responder a las necesidades inmediatas. Si bien la estrategia reactiva puede tener éxito en ciertas condiciones, también puede provocar el fracaso de la empresa.

Consideraciones para el diseño organizacional

A modo de resumen de las estrategias de Porter y, a su vez, de la tipología de Miles y Snow, se presenta la Tabla 3, donde se proponen algunas opciones para considerar al momento de realizar el diseño organizacional acorde a la estrategia seleccionada por cualquiera de las metodologías mencionadas.

Estrategias competitivas de Porter	Tipología estratégica de Miles y Snow
Estrategia: Diferenciación Diseño organizacional: • Orientación al aprendizaje; actúa de una forma suelta y flexible, con fuerte coordinación horizontal. • Sólida capacidad de investigación. • Valora e integra mecanismos para lograr mayor cercanía con el cliente. • Recompensa la creatividad, la toma de riesgos y la innovación del empleado.	Estrategia: Exploradora. Diseño organizacional: • Orientación al aprendizaje; estructura flexible, fluida y descentralizada. • Capacidad sólida en investigación.
	Estrategia: Defensora Diseño organizacional: • Orientación de eficiencia; autoridad centralizada y estricto control de costos. • Énfasis en la eficiencia de producción; gastos generales bajos.

	Supervisión estrecha; poco empoderamiento a los empleados.
Estrategia: Liderazgo en costos bajos. Diseño organizacional: - Orientación a la eficiencia; autoridad central sólida; estricto control de costos con informes de control frecuentes y detallados. - Procedimientos de operación estándar. - Sistemas sumamente eficientes de adquisiciones y distribución. - Supervisión estrecha; tareas de rutina; empoderamiento limitado a los empleados.	Estrategia: Analizadora Diseño organizacional: - Equilibrio entre eficiencia y aprendizaje; estricto control de costos con flexibilidad y capacidad de adaptación. - Producción eficiente para líneas de productos estables; énfasis en la creatividad, investigación, toma de riesgos para innovación.
	Estrategia: Reactiva Diseño organizacional: Sin enfoque organizacional claro; las características de diseño pueden cambiar abruptamente, dependiendo de las necesidades actuales.

Tabla 3: Diseño organizacional propuesto resultante de la estrategia utilizada.

(Fuente: Daft, R. L. (2011). *Teoría y Diseño Organizacional* (10^{ma} edición).)

Por último, cabe mencionar que, si bien la estrategia es un factor importante que influye en el diseño organizacional, este último es el resultado de varias contingencias. La organización debería estar diseñada para amoldarse o ajustarse a los factores de contingencia, a saber: Estrategia, Dinamismo del entorno, Tecnología del flujo de trabajo, Tamaño y ciclo de vida, y Cultura corporativa.

4.5 Etapas del diseño organizacional

Diferenciación e integración

El proceso de diferenciación consiste en identificar y definir cuáles son los subsistemas que se presentan dentro de la organización. Con los principales subsistemas claros, se debe continuar estipulando claramente cuáles son los procesos, sus etapas y, subsecuentemente, las actividades necesarias para completar la respectiva etapa de cada proceso que se presenta en cada uno de los subsistemas. De esta forma, se logra mantener la visión de totalidad, y no subestimar la existencia de sinergias y recursividad entre subsistemas acorde a la complejidad del sistema en cuestión, dando como resultado subsistemas con tareas específicas. Con esto terminado se puede comenzar la integración, donde se busca una forma de coordinar y controlar los subsistemas creados para mantener su integridad, mediante una misión y un propósito general, los cuales, dependiendo de la etapa de vida que se encuentre la organización, se deben ir transmitiendo gradualmente a lo largo del organigrama, el cual dicta los canales mediante los cuales fluyen los recursos y la información (Bermúdez, 2012).

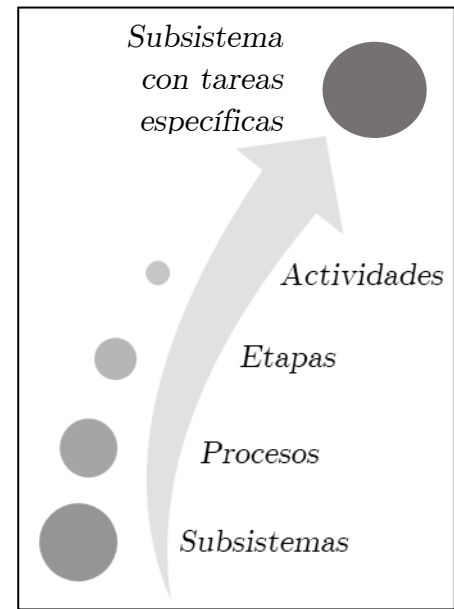


Ilustración 8: Orden para el proceso de diferenciación.

(Fuente: Elaboración propia a partir de Bermúdez, 2012.)

Complejidad organizacional

El proceso de complejidad se basa en una premisa primordial ubicando a las organizaciones dentro de la clasificación de sistema complejo, donde una acción puede



repercutir a través de una cadena de elementos hasta llegar a su fin. Dicho de otra forma, hay relaciones indirectas entre las partes de la organización. Aquí se busca comprender estas relaciones, dependiendo del tamaño, etapa de vida y de los contextos (interno y externo) de la organización. Al hacer esto, se busca tomar en cuenta las relaciones para reducir la variabilidad del sistema complejo al momento de preparar el diseño organizacional. Los elementos identificados son por diferenciación horizontal (forma predominante de la división del trabajo), diferenciación vertical (es de nivel jerárquico y según el número de posiciones) y dispersión espacial (el personal es disperso físicamente separando centros de poder y labores) (Bermúdez, 2012).

Formalización organizacional

En el proceso de formalización, o normalización, se establecen normas, procedimientos y medios para administrar las actividades de la organización. Cuando se definen los usuarios, necesidades, servicios y procesos de la organización, se diseñan las unidades organizacionales con objetivos específicos, que conformarán áreas agrupando unidades que requieren relacionarse según el ámbito de su competencia. En términos concretos, es esta la etapa en la cual se crea el Manual de Organización y Funciones, o Manual de Procedimientos, junto con un diagrama de flujo de procesos, perfiles de cargo, competencias de cada cargo y un organigrama para representar las relaciones jerárquicas (Bermúdez, 2012).

Dimensión organizacional

La decisión de estructurar una organización según sus unidades estratégicas de negocios debe basarse en análisis internos y externos, tomando en cuenta sus lineamientos estratégicos y objetivos. Cuando las organizaciones avanzan, identifican

dimensiones críticas y determinan aptitudes específicas que se deben tomar en consideración al evaluar una persona para formar parte de la unidad. Es como resultado de este proceso que se obtienen las unidades estratégicas, dimensiones críticas, y aptitudes específicas de la organización (Bermúdez, 2012).

Toma de decisiones

La organización como un sistema de decisiones tiene relevancia en el entorno organizacional. Con las premisas de decisión se establece la necesidad de un diseño organizacional bajo una estructura formal o en función a una estrategia general. Los modelos de estructuración de actividades organizacionales pueden ser de carácter autoritario, paternalista, consultivo o participativo, según las siguientes variables: estilo de liderazgo, motivación, comunicación, y toma de decisiones y control. Las estructuras que adoptan las organizaciones pueden ser orgánicas (Organización Que Aprende) o mecánicas (Desempeño Eficiente). Dependiendo del modelo, la comunicación se desarrolla como una variable diferente, por lo que las organizaciones la combinan en todas las dimensiones (Bermúdez, 2012).

Modelo de estructuración	Variables	Tipo de Estructura
Autoritario	Estilo de Liderazgo	Orgánica
Paternalista	Motivación	Mecánica
Consultivo	Comunicación	
Participativo	Toma de decisiones	
	Control	

Tabla 4: Modelos, variables y estructuras a considerar para el proceso de decisiones del diseño organizacional.

(Fuente: Elaboración propia a partir de Bermúdez, 2012.)



5. PROPUESTA METODOLÓGICA

Para comenzar con la propuesta del método para crear un diseño organizacional de un FabLab, lo primero que se debe hacer es un análisis del entorno, tanto externo como interno, de la organización en estudio. Para el primero, se va a dividir en dos: Análisis de Macroentorno y Análisis de Microentorno, utilizando las herramientas del análisis PESTA (Político, Económico, Social, Tecnológico y Ambiental) y las Cinco Fuerzas de Porter, respectivamente. En base a estos análisis se busca identificar fuentes de incertidumbre, oportunidades, amenazas y disponibilidad de recursos.

Para el estudio de la situación interna a la organización se busca hacer un levantamiento de los recursos y capacidades de la organización para la identificación de ventajas competitivas sustentables, procesos de diferenciación e integración de subsistemas organizacionales, y estilo de liderazgo junto a las fortalezas y debilidades de la organización.

5.1 *Análisis de Macroentorno*

Político

Gobierno Boric - Programa económico

En el programa de gobierno de Boric 2022, se señala que “priorizaremos programas de capacitación en diversos niveles, especialmente en digitalización y nuevas tecnologías, que son vitales para que las MiPymes puedan ampliar su mercado y robustecer sus capacidades. También proveeremos formación en estrategias de desarrollo de encadenamientos productivos locales y regionales” (Boricpresidente, s.f.).



Financiamiento para el desarrollo y la innovación

El gobierno propone un “Banco Nacional de Desarrollo (BND) que funcione como un conglomerado financiero con dos empresas estatales especializadas: Un Banco especializado en créditos, con instrumentos de primer y segundo piso; y un Fondo de Financiamiento especializado en el otorgamiento de capital a empresas innovadoras, ambos con un gobierno corporativo especializado e independiente y con financiamiento adhoc a sus instrumentos” (Boricpresidente, s.f.).

Ministerio de Ciencia, Tecnología, conocimiento e innovación

Su Misión y Visión son, respectivamente (MinCiencia, s.f.):

- “Asesorar y colaborar con el Presidente de la República en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, orientándolo a contribuir al desarrollo sostenible del país y a la generación de conocimiento como resultado de investigación de base científico-tecnológica.”
- “La ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación son agentes transformadores claves para que Chile alcance un desarrollo sostenible e integral. Contribuyen a trazar un camino propio que mejora la calidad de vida de las personas y aporta al desarrollo de los territorios.”

Tiene 3 objetivos (MinCiencia, s.f.):

- “Proveer al Estado de una nueva institucionalidad en ciencia, tecnología e innovación que le permita a Chile insertarse exitosamente y de manera



protagónica en la cuarta revolución industrial a través del mejoramiento de funciones, estructuras y procesos.”

- “Hacer de la ciencia, tecnología e innovación, materias relevantes para el desarrollo de otros sectores públicos y privados de nuestro país.”
- “Ordenar, fortalecer y orientar estratégicamente el sistema de ciencia, tecnología e innovación.”

Convención Constitucional

Una de las 77 iniciativas populares de normas aprobadas para tratar en la convención constitucional, y ver la forma en que se pueda incluir en la nueva constitución, habla sobre “Modelo Económico, libertad de emprender y fomento de MiPymes. Que en Chile se fomente la libertad de emprender y hacer empresa, donde se asegure que toda persona sin importar su origen, credo, raza o edad, podrá impulsar y desarrollar ideas, proyectos y toda actividad económica, en un ambiente de estabilidad, con garantías y con respeto a la propiedad privada, al trabajo, a la libre asociación, cuidando siempre los recursos naturales y el medioambiente” (Chileconvención, 2022).

Económico

Retiro de fondos previsionales

En julio del año 2020 se impulsó el primero de una serie de retiros de los fondos previsionales para las familias chilenas. A la fecha del 1 de abril el sistema había cursado 28.216.957 operaciones de pago en el marco de los tres retiros de fondos, por un total de US\$ 51.769 millones (Superintendencia de Pensiones, 2022).



Parte de los recursos previamente usados por el gran sector empresarial local retornan a las familias beneficiadas por el retiro. Las familias consumen una porción de los retiros, por lo que aumenta la demanda, lo que puede contribuir a la inflación, pero otra parte importante es ahorrada o invertida en nuevos emprendimientos, lo que contribuye a aumentar las capacidades productivas, sobre todo de las Pymes y no aumenta la inflación (López, R., 2021).

PIB

“La actividad económica exhibió una expansión de 11,7% en el año 2021. Este crecimiento fue reflejo de la apertura gradual de la economía y de una mayor adaptación de los hogares y empresas al contexto sanitario y su evolución durante el año. Adicionalmente, se observó un aumento en la demanda interna explicado en parte por las medidas económicas de apoyo a los hogares y empresas y a los retiros parciales de los fondos previsionales. Desde la perspectiva del origen, todas las actividades exhibieron cifras positivas con la excepción de minería; las actividades de mayor incidencia al crecimiento del PIB fueron el comercio y los servicios personales. Desde la perspectiva del gasto, la demanda interna fue impulsada por el desempeño del consumo de hogares y, en menor medida, por la inversión. Finalmente, las importaciones aumentaron y las exportaciones retrocedieron durante el período, teniendo como resultado un deterioro de las exportaciones netas” (Banco Central, s.f.).

Inflación

Los aumentos de inflación observados últimamente pueden en realidad deberse fundamentalmente a factores externos, principalmente al alza del precio del petróleo, el cual influye en los costos de producción de una gran cantidad de productos. También hay que considerar el efecto de aumentos del precio del dólar no causados por los retiros de las AFP, así como de precios internacionales de otros bienes que Chile importa (López, R., 2021).

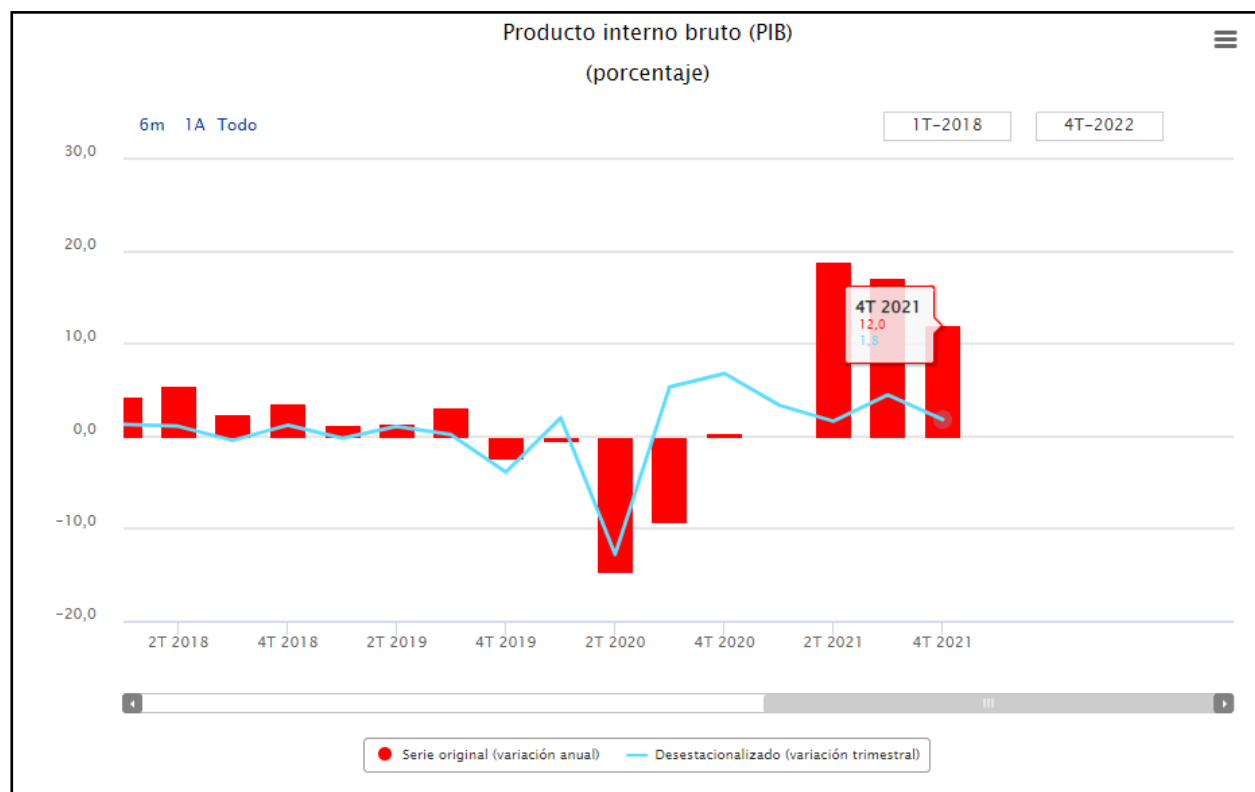


Ilustración 9: Variación del Producto Interno Bruto de Chile.

(Fuente: Banco Central, 2021)

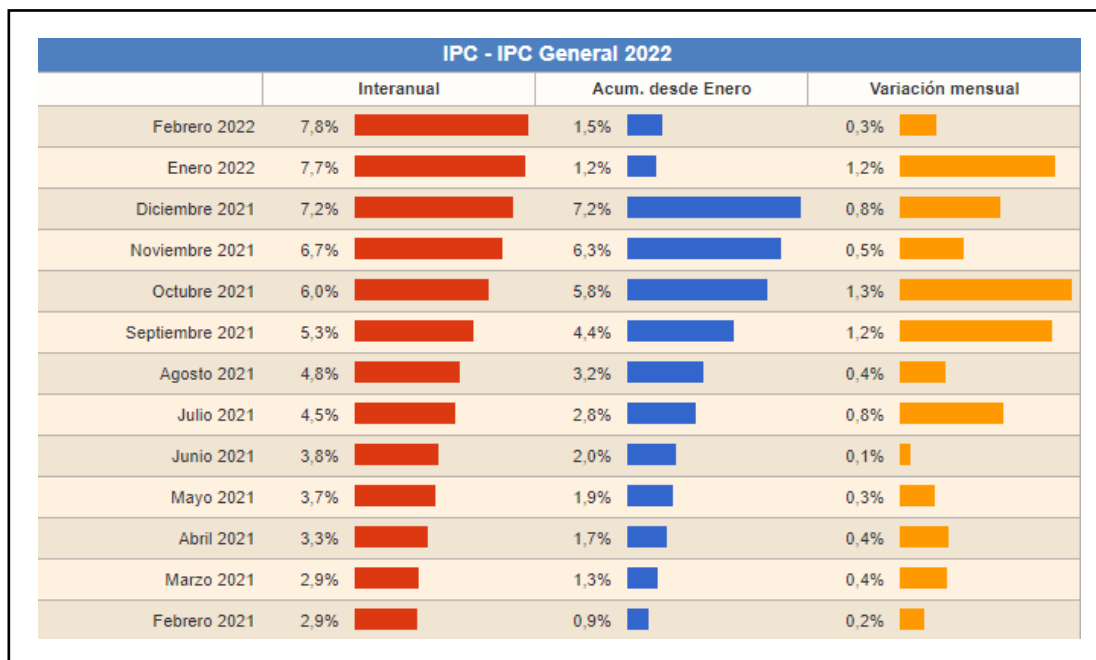


Ilustración 10: Variación mensual del Índice de Precios al Consumo, valor interanual, acumulado desde enero y variación mensual.

(Fuente: Datosmacro, s.f.)

Política monetaria banco central

“El Consejo del Banco Central de Chile acordó incrementar la tasa de interés de política monetaria en 150 puntos base, hasta 7%”. Por otra parte, “de acuerdo con la Encuesta de Crédito Bancario del primer trimestre, esto ocurre en medio de condiciones de acceso al financiamiento bancario más estrictas en todas las carteras, en especial para empresas, y una menor demanda por financiamiento. El saldo de las cuentas corrientes y vista de personas ha ido disminuyendo. Todo esto en un contexto en que las tasas de interés de mercado de corto plazo han seguido aumentando, coherente con la transmisión de una política monetaria más contractiva dado el escenario de mayor inflación y el aumento de las tasas *benchmark* de más largo plazo”. En cuanto a la actividad del comercio, “destaca el retroceso de los niveles de consumo privado —descontada la

estacionalidad—, especialmente en el gasto en bienes durables (...) los servicios, en cambio, han continuado consolidando su recuperación en línea con la mayor apertura de la economía”. (Banco Central, 2022).

Social

Distribución poblacional

El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) presenta estimaciones y proyecciones de población tomando en consideración las 346 comunas del país. Se puede observar claramente la concentración en la Región Metropolitana, la cual se estima que abarcará un poco más del 40% de la población nacional.

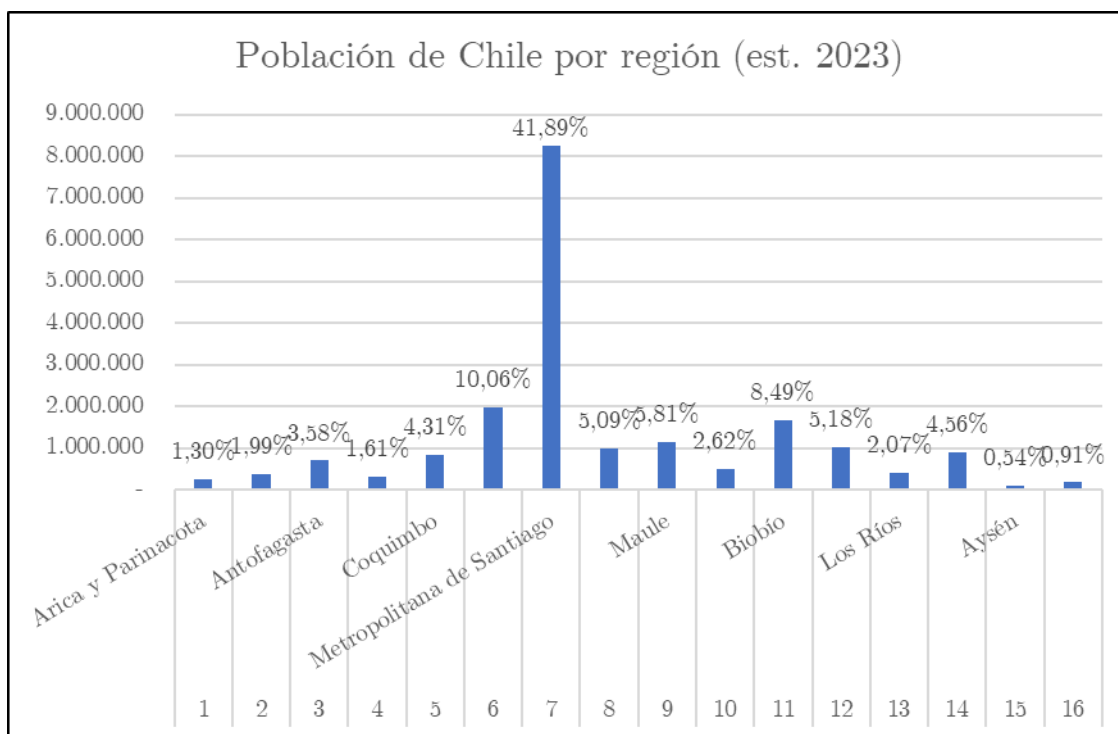


Ilustración 11: Distribución de la población chilena por región ordenadas de norte a sur.

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, 2019)



Descentralización de Chile

En 1992 se promulga la Ley N°19.175 sobre Gobierno y Administración Regional (LOCAR), mediante la cual se crean los Gobiernos Regionales, la cual fue refundida y actualizada el año 2005. En el año 2009 se promulga la ley N° 20.390, la que introduce una serie de reformas a la Constitución Política en materia de gobierno y descentralización, fortaleciendo el accionar de los consejos regionales, a través de la elección directa de los consejeros regionales, lo que se materializó en marzo de 2014. Finalmente, el proceso dio un paso crucial en enero 2017, con la publicación de la ley N° 20.990 que dispone una Reforma Constitucional para la elección popular del órgano ejecutivo del Gobierno Regional. Finalmente, las leyes N° 21.073 y N° 21.074 que modifican la LOCAR, regulan la elección por sufragio popular del Gobernador Regional, y el proceso de transferencia de competencias a los Gobiernos Regionales, respectivamente (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2019).

Los FabLabs tienen grandes oportunidades en la descentralización, pues se pueden explotar las posibilidades de fabricación distribuida. Con acceso a materiales más o menos básicos, se puede producir de forma local algo diseñado en otras partes del país, lo cual permite facilitar el proceso de descentralización, a la vez de sacar provecho del mismo.

COVID y distanciamiento

Con el nuevo plan paso a paso propuesto por el ministerio de salud, el 05 de abril del 2022, y en el marco de la pandemia COVID-19, se instauran 3 fases: Bajo, Medio y Alto Impacto Sanitario, el detalle de cada una se puede revisar en el Anexo 10.8 Nuevo plan Paso a Paso 2022, pero a grandes rasgos, se relaja la restricción de distanciamiento



y uso de mascarillas si el espacio lo permite. Esto significa que, poco a poco, comienza a volver la admisión de personas en espacios cerrados, pero haciendo énfasis en siempre mantener las medidas de autocuidado e higiene, por lo que las dinámicas de convivencia que se instalaron durante la fase más dura de la pandemia se deben ir reformando poco a poco (Minsal, 2022).

Tecnológico

Desarrollo digital como motor de cambio e innovación

“La transformación digital implica un cambio, esto mediante el uso de la tecnología, cuyo uso se ha masificado producto de la pandemia. Pero, además significa la implementación de iniciativas de innovación, las que deben ser acompañadas de un proceso de gestión del cambio, teniendo que estar dispuestos a no solo querer el cambio, sino, ser capaces de liderarlo. (...) Se ha demostrado que [los desafíos tecnológicos] funcionan rompiendo los paradigmas de las ventajas que nos entrega la tecnología. Hoy el gran desafío tiene que ver con determinar cuáles son las tecnologías más competentes para mi negocio y cómo voy a aprovechar las oportunidades que me ofrece esta tecnología, esto quiere decir que, cada empresa tendrá soluciones distintas, basadas en la captura de esas nuevas necesidades y problemas que tienen los clientes y colaboradores” (Delgado, 2022).

Crecimiento de las tecnologías de fabricación digital

Las tecnologías de fabricación digital acortan los tiempos requeridos entre el diseño y la producción, permitiendo acelerar los mecanismos de producción flexible de pequeñas cantidades de productos (Fressoli y Smith, 2019)

Revolución digital

La tercera revolución industrial, o la revolución digital, se refiere al avance de la tecnología desde dispositivos electrónicos y mecánicos analógicos hasta la tecnología digital disponible en la actualidad. La era comenzó durante los años ochenta y está en curso. Los adelantos durante la tercera revolución industrial incluyen el ordenador personal, Internet, y la tecnología de información y comunicaciones (TIC).

La Cuarta Revolución Industrial se basa en la Revolución Digital, la cual representa nuevas formas en que la tecnología se integra en las sociedades e incluso en el cuerpo humano. Está marcada por los avances tecnológicos emergentes en varios campos, que incluyen: robótica, inteligencia artificial, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, Internet de las cosas (IoT), impresión 3D y vehículos autónomos. anteriores, que se caracterizaron principalmente por los avances en tecnología. Estas tecnologías tienen un gran potencial para continuar conectando a miles de millones de personas a la web, mejorar drásticamente la eficiencia de las empresas y organizaciones y ayudar a regenerar el entorno natural a través de una mejor gestión de activos (Wikipedia, s.f.).

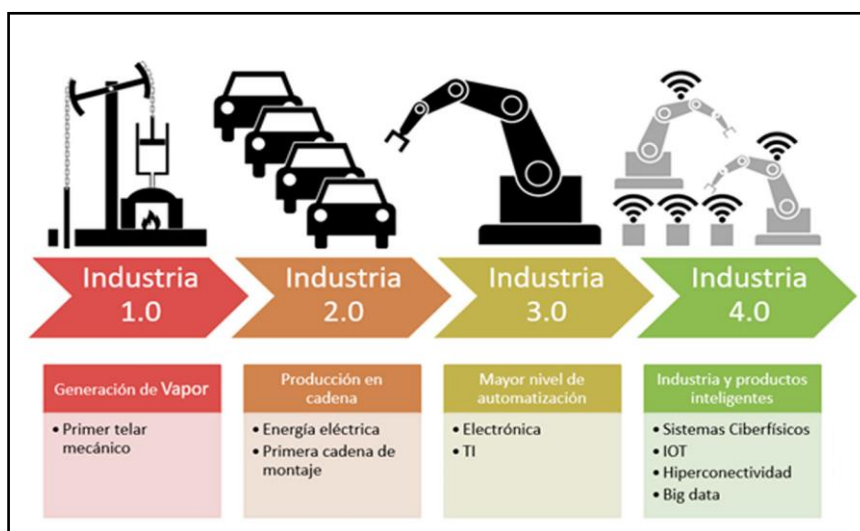


Ilustración 12: Comparativa y caracterización de las 4 revoluciones industriales.

(Fuente: Avansis.es, 2020)



Acceso a internet

El auge de las tecnologías de información sin duda generó un vuelco en la forma de hacer las cosas y vivir la vida. Hoy en día el número de personas que cuenta con acceso a internet llega aproximadamente al 63% de la población mundial en el año 2021, se estima que hay 4.900 millones de usuarios de internet (Becerra, 2021).

De la misma forma, la cantidad de usuarios de teléfonos supera los 6.000 millones, correspondiente aproximadamente al 76% de la población mundial en el 2021 (O'Dea, 2022).

Ambiental

Reducción de residuos

Todas las herramientas de Fabricación Digital permiten calcular mediante sus softwares, tiempos, materiales y recursos que se van a emplear, previo a la realización del trabajo (Espinoza, 2019). Esto da como consecuencia menos envoltorios, y producción de solo lo necesario. Además, es normal encontrar que los remanentes de un diseño pueden ser los insumos de otro. Sin embargo, en los FabLab hay mermas que podrían ser valorizadas por otras entidades si se contara con una cadena de suministro adecuada, lo cual es una oportunidad de mejora sustancial en esta línea.

Huella ambiental

Al poder encontrar estas tecnologías en varias partes del mundo, no es necesario solicitar un despacho desde otro continente para ciertos productos, ya que se pueden crear de forma local mediante archivos compartidos por internet, reduciendo así los costos de



envío, petróleo gastado por concepto de despacho, y en definitiva, toda la huella ambiental que significa el envío intercontinental.

Ecodiseño

“Hasta el 80% del impacto ambiental que tendrá un producto se determina en la fase de diseño” (European Commission, 2014).

Hay una tendencia en el diseño de productos que presenta la inquietud de dejar a disposición planos de algunos repuestos necesarios para arreglar sus productos, para poder crearlos con tecnología local de fabricación digital, y así no tener que buscar repuestos con tiempos de espera y costos de envío.

Las posibilidades de lo anterior incrementan rápidamente al democratizarse el acceso a tecnologías de fabricación digital, como las impresoras 3D que pronto alcanzarán el mercado masivo, pudiendo compararse con comprar un celular. Por otra parte, la investigación y desarrollo de nuevos materiales para la impresión ha ido creciendo y promete muchos avances con sorprendentes cualidades de dureza, resistencia de torsión, compresión, tensión, aislación acústica, aislación térmica, flexibilidad, transparencia, precisión, solubilidad, conducción térmica o conducción eléctrica.

5.2 Análisis de Microentorno

Amenaza de nuevos competidores

Desde su creación en 2001, los FabLabs se han expandido por todo el mundo y en 20 años ya se encuentran presentes en más de 90 países con aproximadamente 2.000 laboratorios. En Chile se contabilizan al menos 20 FabLabs, de los cuales 14 se encuentran la región Metropolitana (Fablabs.io, s.f.) y este número podría incrementar, dependiendo



de las barreras de entrada presentes. Una importante barrera de entrada es el alto nivel de inversión que requiere la instalación de estos laboratorios en equipos, como impresoras 3D, cortadora láser, fresadoras CNC, entre otros, que son las máquinas primordiales dentro de un FabLab, además de espacios de trabajo como escritorios, instalaciones de oficina y sala de reuniones. Por otra parte, se necesita un espacio que cumpla con todos los requerimientos para su correcto funcionamiento, tales como área adecuada para la instalación de los equipos, y una buena localización que atraiga a clientes por su conectividad. Se requiere de un alto conocimiento en tecnologías de fabricación digital por parte del equipo de trabajo, quienes deben tener experiencia en el uso de todas las máquinas (Silva, 2019).

Actualmente la mayoría de los laboratorios de fabricación digital no logran hacer uso de toda su capacidad debido a que este tipo de espacios son aún desconocidos entre la población en general y no llegan a todos sus potenciales usuarios, y se está lejos de llegar a una saturación del mercado, por lo que hay que incrementar los esfuerzos en publicidad y canales de comunicación.

Poder de negociación de los proveedores

“En primer lugar, se determinan los proveedores de servicios básico, como proveedores de agua potable, electricidad e internet. Debido a que el servicio de electricidad y agua potable son monopolios naturales, son altamente regulados por el gobierno [chileno], por lo que ellos no tienen poder sobre los precios establecidos para sus servicios. En el caso del servicio de internet, las empresas tienen precios muy similares, y muchas opciones para escoger, por lo que su poder de negociación también se puede considerar bajo.



En el caso de los proveedores de artículos de oficina, existe una gran cantidad de ellos, considerando una gran y variada oferta, por lo que estos proveedores no representan un poder de negociación.

En último lugar están los proveedores de tecnologías de fabricación digital, para la adquisición, de impresoras 3D, cortadoras láser, fresadoras CNC, entre otros. Estos equipos se pueden comprar tanto dentro del país, como fuera de él. Existe una alta variedad de modelos, la oferta de estas tecnologías es muy variada, donde se puede escoger según los requerimientos y necesidades del cliente sin grandes cambios en los precios entre distintos proveedores. Entre los proveedores nacionales, estas incluyen garantías, software, mantenciones y capacitaciones sin costo adicional” (Silva, 2019).

Finalmente, se puede concluir que el poder de negociación de los proveedores es bajo, principalmente porque no existe concentración de ellos, no forman monopolio y costo de cambiar de uno a otro es bajo.

Poder de negociación de los clientes

El modelo de negocio de cada laboratorio podría diferir, y con esto la definición de cliente. Sin embargo, se puede hacer un barrido general de estos, y analizar algunas condiciones contextuales transversales.

En general, ya sea que el laboratorio se enfoque en clientes privados e independientes, estudiantes de una universidad, o una comunidad local, hay un número de clientes potencialmente alto en contraste con la cantidad de laboratorios que hay instalados en este momento. Sin embargo, en la actualidad los clientes son reducidos respecto a la capacidad total de cada laboratorio.



Como otro factor a considerar, los FabLab tienen un componente en su diseño que busca específicamente cierta homogeneidad en los recursos y maquinarias que implementen en sus instalaciones, de esta forma se logra que cualquier usuario de un FabLab pueda ir a otro FabLab en cualquier parte del mundo, y consiga tener una experiencia técnica similar. Este factor brinda poder de negociación al cliente, ya que elegir entre las prestaciones que ofrece un FabLab u otro no significa un problema complejo, y puede optar por elegir a la competencia sin complicación ni costos adicionales.

Siguiendo la línea de la idea anterior, salvo que cierto laboratorio sea particularmente especialista en algún proceso, o tenga máquinas muy específicas, el único costo adicional asociado a cambiarse de un laboratorio a otro serían los costos de traslado y de familiarización con el nuevo espacio y su gente. Esto último sigue brindando poder de negociación al cliente, salvo en los casos de estudiantes de una universidad, pues se presume que no habría otro FabLab más cómodo para usar que el mismo de su institución.

Un último factor que considerar es la tendencia a la virtualización del funcionamiento en los laboratorios nacida por las problemáticas de aforo durante la pandemia COVID-19, la cual busca facilitar el acceso al uso de máquinas de un laboratorio en forma remota, lo que reduce el costo de traslado, pero no logra anularlo, pues los clientes y usuarios deben mover sus materiales y trasladar sus productos terminados de igual forma. Como esto es una tendencia con poco desarrollo dentro de Chile, pero que se ha estado implementando en otros países con mayor presencia de FabLabs, podría ser aprovechado como una ventaja.



Amenaza de sustitutos

Dependiendo del modelo de negocios del FabLab cambia el enfoque en el estudio de sustitutos, pues son aquellos que compiten en el mismo mercado pero no necesariamente en la misma industria. Dicho esto, el principal sustituto de los laboratorios de fabricación digital son las organizaciones que ofrecen el servicio de fabricación y diseño, y, por otra parte, espacios que ofrezcan la modalidad de *coworking* (trabajo en espacios físicos o virtuales compartidos por diferentes integrantes para propiciar proyectos conjuntos) fomentando el *networking* (creación de redes de contactos en torno a actividades socioeconómicas y/o laborales). Normalmente las organizaciones que ofrecen servicios de fabricación y diseño no tienen espacios de *coworking* y *networking*, y viceversa. Por lo que la amenaza de estos es baja.

Por otra parte, los espacios creativos como supergrupo (las principales diferencias se pueden encontrar en el Diferencias entre espacios creativos) son los espacios que reúnen ambas características, y serían estos los principales sustitutos. Sin embargo, la amenaza que estos representan es baja debido a la poca presencia a lo largo del territorio nacional.

Rivalidad entre competidores

La rivalidad entre competidores se analiza principalmente en tres ejes: número de competidores, tamaño de las firmas participantes y homogeneidad de las firmas.

El primer eje es importante al considerar que a medida que aumenta el número de firmas u organizaciones que compiten en un mercado, debería cada vez más asemejarse con la condición de competencia perfecta, y distar más de monopolios u oligopolios. Esto además reduce las posibilidades de coordinación entre ellas.



Tanto el segundo eje de análisis como el tercero están sujetos a la elección de una variable de estudio para la comparación. Normalmente se usa la participación de mercado para definir el tamaño de las firmas u organizaciones, sin embargo, para espacios creativos puede que no sea la mejor alternativa, pues la mayoría funciona bajo patrocinio y/o depende de otra institución que los ampare. En este caso se usará el trabajo de Silva, del 2019 para el análisis de tamaño y homogeneidad de los competidores, donde agrupa por cantidad de emprendimientos.

Para estudiar el número de FabLabs en la RM se ordenan de forma creciente en función de su participación de mercado, cosa que en este caso se refleja en la cantidad de emprendimientos asociados a cada laboratorio.

En la Tabla 5 se expone el detalle de los laboratorios considerados, el número de emprendimientos que sostienen, lo cual se traduce a un porcentaje de participación y, en la misma, se calcula el cuadrado de la participación para el cálculo del coeficiente Herfindahl-Hirschmann (HH) el cual sirve para medir la concentración que existe en la industria, ya que es la suma de los cuadrados del porcentaje de mercado que abarca cada una de las n firmas (s_i^2).

El valor del índice se reduce conforme las cuotas de mercado se distribuyen de forma más equitativa y a medida que incrementan las firmas participantes. Entre 1000 y 1500 puntos se considera una concentración moderada, mientras que sobre 2500 puntos se considera una concentración excesiva (Chin, 2010), por lo que en este caso, el índice HH de 1937,6 significa que hay una concentración moderada-alta, liderada por el FabLab Santiago, laboratorio que actualmente es independiente y autosuficiente.

Laboratorio	N° emprendimientos	Participación	s_i^2
Physalis lab	0	0,0%	0,0
FabIDI	0	0,0%	0,0
FABLAB BLEST			
GANÁ	0	0,0%	0,0
Fab Lab UAI	0	0,0%	0,0
FABHAUS UC	4	8,7%	75,6
ProteinLab UTEM	6	13,0%	170,1
FabLab U de Chile	7	15,2%	231,6
FabLab UTFSM	7	15,2%	231,6
Sinestesia LIE	8	17,4%	302,5
Fab Lab Santiago	14	30,4%	926,3
Total	46	100,0%	1937,6

Tabla 5: Número de FabLabs en la Región Metropolitana, con la cantidad de emprendimientos contenido en cada uno.

(Fuente: Silva, F., 2019)

Por otra parte, al analizar la homogeneidad de los participantes, resulta práctico evaluar mediante el Coeficiente de Distribución de Gini (G), el cual compara la participación real de cada firma con la participación media de la industria.

Al analizar la Ilustración 13 se puede observar que la distribución en la participación de la industria no es perfectamente homogénea, sino que hay una brecha entre la participación real y la participación media (el total dividido equitativamente en la cantidad de participantes). El área entre las curvas presentadas es la desigualdad presente en el entorno. Al realizar el cociente entre esta y el área de participación teórica, se obtiene el coeficiente de G, un valor que va desde 0% a 100%, donde 0% es distribución perfecta de las participaciones, y 100% es la máxima desigualdad posible, donde todas las

firmas tienen 0% de participación, salvo 1 firma que tiene la totalidad del mercado. En este caso, $G = 0,522 = 52,2\%$ lo que significa una leve tendencia a la desigualdad.

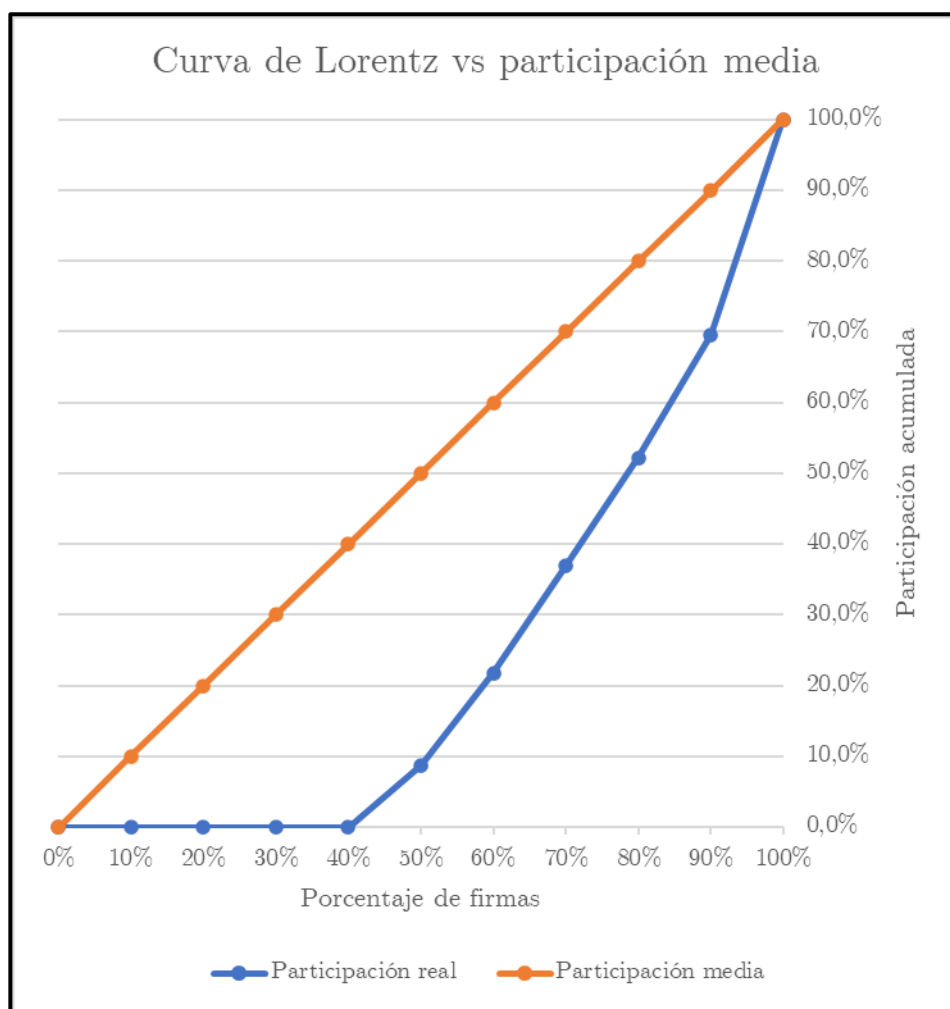


Ilustración 13: Representación gráfica de la brecha en la desigualdad de distribución de las participaciones para FabLabs en la Región Metropolitana en el año 2019. Cálculo del coeficiente de Gini.

(Fuente: Silva, F. 2019)

En conclusión, en base a los valores presentados, la industria de los FabLab no presenta mayores indicios de rivalidad, ya que el número de competidores es relativamente bajo, hay una concentración moderada-alta y la desigualdad no es alta. Un factor adicional y determinante que no se considera en la interpretación de estos indicadores es el ánimo



de colaboración que existe dentro de la comunidad de FabLabs, con lo que se reduce aún más la rivalidad del entorno.

5.3 *Análisis FODA situación externa*

Fortalezas

Una fortaleza de los FabLabs es el bajo poder de negociación de proveedores, el cual se debe a que son, por una parte los servicios básicos y regulados, como luz y agua, y por otra, artículos masivos u homogéneos con abundante oferta, como los elementos de oficina, acrílico, madera o filamento para impresión 3D. Respecto de las tecnologías de fabricación digital sucede lo mismo, los proveedores ofrecen precios similares, con garantía, softwares y capacitaciones de forma pareja.

Existen pocos sustitutos que puedan congregarse las facultades de *coworking* y *networking*, junto con herramientas de fabricación digital y asesoría técnica en el diseño de prototipos, por lo que el producto ofrecido por un FabLab tiene cierto nivel de blindaje.

Hay baja rivalidad en el ámbito, ya que dentro de la comunidad de FabLabs se busca la colaboración y alianzas estratégicas, y es extremadamente poco común encontrar competencia destructiva entre sus actores.

Oportunidades

El auge mundial en el uso de tecnologías de la fabricación digital conlleva a un uso más eficiente de los recursos temporales, materiales y económicos, lo cual es una situación constitutiva de oportunidades, al ser los FabLabs espacios que ofrecen justamente esto, y, además, se va evolucionando y mejorando conforme se desarrolla esta situación mundialmente.



La creación del MinCiencia y foco del gobierno 2022-2026 en la innovación y MiPymes significa que durante al menos el periodo activo del gobierno recién nombrado, debería existir un buen ambiente para el emprendimiento, lo cual va muy de la mano con la necesidad de prototipado y la necesidad de hacer crecer las redes de contacto.

Las tendencias en el ecodiseño vuelcan la atención de las actividades de investigación al momento en que se diseñan los productos o servicios que ofrece alguna organización. Esto sumado al abundante potencial creativo que ronda cerca de los FabLab, permite que cada vez más se nutra el ecosistema del ecodiseño aplicado.

Debilidades

Existe un alto poder de negociación de clientes pese a la reducida oferta de laboratorios en Chile. Esto debido a que aún hay capacidad ociosa en los FabLab, y que los clientes pueden cambiar fácilmente entre un proveedor u otro.

La necesidad de financiamiento hace que el modelo de negocio de cada laboratorio se estremezca en un análisis de sensibilidad, pues la variación en costos como remuneraciones o arriendos hace muy difícil alcanzar la estacionariedad, salvo que se cuente con un financiamiento permanente, el cual puede provenir de una institución amparadora, o de la adjudicación de fondos concursables de forma periódica.

El aumento de FabLabs y nuevos competidores podría ser un factor que juegue en contra de la novedad que hoy en día representan los FabLabs, como espacios colaborativos y creativos, sin embargo, es algo que con una buena gestión incluso podría ser provechoso, buscando fortalecer la red de espacios creativos.



Amenazas

La crisis sanitaria por COVID-19 influye fuertemente en factores políticos, económicos y sociales. La incertidumbre generada por esto es la principal amenaza que enfrentan los laboratorios de fabricación digital si es que dependen de su uso presencial, por lo que se hace necesario pensar formas de no depender en su totalidad de este tipo de uso.

La inestabilidad económica e inflación traen estancamiento en la economía, se frena la inversión y hace que el financiamiento mediante créditos se vuelva más caro, por lo que el emprendimiento tiende a la baja por no querer comprometer los recursos financieros propios frente al riesgo que significa emprender, o destinar fondos del presupuesto central de una institución amparadora para financiar maquinaria para un FabLab.

5.4 *Diferenciación e integración sistémica*

Lo primero para comenzar el análisis de la situación interna es definir cuáles serían los sistemas, subsistemas, procesos y, en caso de ser necesario, etapas y actividades de cada uno, para así poder tener una diferenciación de la organización en subsistemas con tareas específicas, tal como se muestra en la Ilustración 8: Orden para el proceso de diferenciación.. Cabe destacar que este acercamiento es una aproximación en base a la experiencia, y algunos procesos pueden estar de sobra, así como puede que algunos se omitan, dependiendo de la realidad y contexto de cada FabLab.

Un FabLab como organización está compuesto por 7 sistemas principalmente, los que se presentan en la Tabla 6 mediante una desintegración por subsistemas y los principales procesos que se pueden identificar para cada uno. Las etapas y actividades

pueden variar de un laboratorio a otro, por lo que no es relevante ahondar con tal detalle en esta oportunidad.

Sistema	Subsistema	Procesos
Dirección	Financiamiento	Búsqueda y selección de fondos concursables, Presentación para clientes, Prefactibilidad con universidad
	Estrategia	Misión, Metas oficiales, Metas operacionales, Estrategias competitivas
	Mejora continua	Control de resultados, Propuestas de mejora
	Relaciones diplomáticas	Representación pública, Vinculación con directorio o sponsors
	Gobierno corporativo	Establecimiento de vínculos inter-sistemas, Establecimiento de normas generales
Administración y finanzas	Análisis y reporte de resultados	Creación y análisis KPI's, Reportería e informes, Auditorías
	Adquisiciones	Emisión de documentos financieros, Negociación con proveedores, Plan de tiempos de suministro, Cuentas por pagar, Rendición de gastos
	Ventas	<i>Hunting</i> , Cotizaciones, Facturación, Cobranza
	Monitoreo de mercado	Benchmarking, Nuevas tecnologías, Variaciones de precio y escasez
	Contabilidad	Flujos de caja, Estado de resultados, Balance general
	Presupuesto	Disponible y planificación de gastos, Inversión y créditos
Capital humano	Nómina laboral	Perfiles de cargo, Reclutamiento, Despidos, Retención de talento, Desarrollo perfil laboral
	Prevención de riesgos	Identificación de riesgos por cargos, Verificar uso y acceso a equipamiento de protección personal, Evaluación condiciones de salud del personal, Verificar estado de implementos de seguridad
	Convivencia	Fomento cultura, Ambiente laboral, Reglamento
	Incentivos	Beneficios y convenios, Actividades extra programáticas, Diseño de metas y premios
Tecnologías de la información	Mantenimiento informático físico	Equipos informáticos, Redes, Servidores
	Mantenimiento informático virtual	Mantenimiento sitio web, Actualización periódica de plataformas, Redes, Servidores
	Sistemas de información	Creación de software, Información ejecutiva (<i>dashboards</i>), Definición de procesos lógicos, Documentación de procesos lógicos
Coordinación interna	Inventario	Actualización de existencias, Planes de adquisición, Bodegaje
	Funcionamiento cotidiano	Orden del laboratorio, Horarios de turnos, Recepción de problemas, Reserva de máquinas, Estado de máquinas
	Mantenimiento	Correctivas, Preventivas, Monitoreo repuestos

	Asesoría técnica	Evaluación técnica, Procesos, Materiales
	Capacitaciones	Calendario de capacitaciones, Sistemas de información, Máquinas y herramientas
Proyectos	Investigación	Identificación problemática, Objetivos, Hipótesis, Metodología, Resultados
	Particulares y privados	Identificación requerimientos, Diseño, Presupuesto, Prototipado, Documentación
	Fondos Concursables	Investigación proyecto, Presupuesto, Postulación proyecto, Desarrollo, Prototipado, Documentación
	Desarrollo interno	Investigación proyecto, Prefactibilidad proyecto, Presupuesto, Implementación, Documentación
Vinculación con el medio	Eventos	Planificación, Invitación, Definición de temática, Coordinación asistencia, Gestión de recursos, Coordinación de personal y otras organizaciones
	Talleres	Desarrollo talleres, Análisis de resultados, Gestión de recursos
	Difusión	Contenido de difusión, Contactos para colaboración, Responder dudas y consultas, Nuevos seguidores, Performance de publicaciones
	Comunicaciones	Lobby, Contactos estratégicos, Representación de imagen, Divulgación de valores e identidad (del laboratorio)

Tabla 6: Diferenciación e integración sistémica de un FabLab en Chile

(Fuente: Elaboración propia.)

5.5 Identificación de recursos y capacidades

Un segundo paso, que puede realizarse de forma paralela, es la identificación de recursos y capacidades de la organización.

La organización se considera como un conjunto único de recursos y capacidades heterogéneas, las cuales se han obtenido a través de su historia, de su funcionamiento y de las decisiones que se han adoptado a lo largo de su vida. Los recursos se pueden definir como aquellos inputs del proceso productivo o factores disponibles de la empresa, que son de su propiedad o recaen bajo su control. El concepto engloba elementos empresariales como los activos financieros, el personal o las diferentes marcas comerciales. En este sentido, un recurso de la empresa puede ser desde la materia prima que es utilizada hasta el personal que trabaja en la misma. La capacidad es la forma de utilizar

estos recursos de una forma eficiente. Serían las habilidades en el modo de organizarlos para poder desarrollar una determinada tarea, una combinación dinámica de recursos y de conductas coordinados para la realización eficaz de una determinada actividad. Supone una gestión dinámica de los recursos, lo más próxima posible al tiempo real, y también el incorporar herramientas de simulación (CEUPE, s.f.).

Teniendo esto claro, a continuación se presenta, en la Tabla 7, algunos ejemplos de lo que podría ser la identificación de recursos y capacidades de un FabLab, elementos que deben ser adecuados, aterrizados, modificados y complementados según sea el caso.

Recursos TANGIBLES		Recursos INTANGIBLES	
Máquinas ¹	Impresoras FDM	Imagen	Antigüedad del laboratorio
	Corte láser		Respaldo internacional
	Corte por agua a alta presión		Proyectos o emprendimientos impulsados
	Impresoras resina		Contacto con proyectos incubados
	Impresora eje infinito		Fama colaborativa con el entorno
	Bordadora CNC		Aportes a la sociedad
	Router CNC	Espacios	Buen diseño de espacio
	Scanner 3D		Ubicación con alta conectividad
	Cortadora de vinilo		Espacio amplio
	Soldadora de circuitos		Aislación acústica y climatización
Financieros	Controladora de uso por máquina		Espacio de trabajo para electrónica
	Presupuesto anual fijo		Espacio de trabajo para carpintería
	Acciones		Zonas de <i>coffee break</i>
	Flujo de caja independiente y constante		Zonas de recreación
	Inversiones	Software	Sistema de gestión de activos
	Fondos concursables		Plataforma de análisis y seguimiento de KPI's
Recursos HUMANOS			Sistema de almacenamiento en la nube

¹ Para un listado más detallado de todas las máquinas que podrían componer un laboratorio “ideal” revisar: https://docs.google.com/spreadsheets/d/13cw3a9YDh2BIY7_ZjBSAamfUx3LGF4zoPCG7DPd5TAw

Conocimiento	Experiencia en diseño de prototipos	CAPACIDADES	Plataforma de control y gestión de proyectos
	Metodologías MIT y Fab Academy		Sistema de gestión financiera
	Elaboración de materiales		Plataforma de coordinación de metas y tareas
	Relaciones con otros FabLab	Capacidades	Excelencia pedagógica y de capacitación
	Conocimiento interdisciplinario		Innovación en productos y servicios
Motivación	Sistema de beneficios e incentivos		Gestión de stock y <i>supply chain</i>
	Fuerte vinculación con el medio		Servicio postventa
	Vocación de impacto social		Reclutamiento y motivación del personal
	Equipo cohesionado y cómplice		Respuesta de pago a proveedores
	Metas y desafíos atractivos		Retención de talento
	Motivación por la tecnología		Postulación a fondos concursables
	Motivación por el ambiente		Flexibilidad de los procesos
	Motivación por la fabricación digital		Eficiencia en los procesos
	Motivación por la descentralización		

Tabla 7: Identificación de Recursos y Capacidades de un FabLab.

(Fuente: Elaboración propia.)

5.6 Competencias distintivas

Si los recursos y capacidades que posee una empresa le permiten explotar las oportunidades y neutralizar las amenazas, son poseídos sólo por un pequeño número de empresas competidoras y son costosos de copiar o difíciles de obtener en el mercado, entonces pueden constituir fortalezas de la empresa y de este modo fuentes potenciales de ventaja competitiva (Barney, 1997).

Al identificar los recursos y capacidades de la empresa y establecer así las fortalezas relativas frente a los competidores, la empresa puede ajustar su estrategia para asegurar que esas fortalezas sean plenamente utilizadas y sus debilidades estén protegidas (Navas y Guerras, 1998).



Capacidad de financiamiento y postulación

Un FabLab capaz de sostenerse financieramente sin depender del financiamiento de una institución amparadora, o bien, dentro del presupuesto central de la misma, tiene una gran competencia distintiva, pues hace frente a una de las mayores amenazas que hay en el entorno. Esto puede darse en el caso de desarrollar capacidades excepcionales al momento de aplicar a fondos concursables asegurando una ratio de adjudicación alta, también logrando un modelo de negocio que logre asegurar un nivel de flujo en la caja suficiente para solventar la operación del laboratorio y sus participantes, o bien, teniendo un presupuesto asignado anualmente por la institución amparadora que le permita pagar las horas de trabajo de su equipo junto con los insumos y algunas máquinas/herramientas.

Flexibilidad de procesos

Si el mercado al que atiende un FabLab se puede considerar relativamente constante, es debido a que es algo abstracto. Un FabLab tiende a brindar un servicio de espacio de manufactura y compartimiento de información y conocimiento, donde sus usuarios puedan crear prototipos, diseños o ideas con las herramientas necesarias. Para poder cumplir bien este objetivo, es necesario que las dependencias y elementos que componen el laboratorio sean lo más flexibles posibles, de forma tal que no se convierta en un impedimento para el proceso tanto creativo como técnico de sus usuarios. Esta flexibilidad se puede alcanzar ofreciendo variedad de maquinaria, y customización en los planes de membresías por ejemplo.

Interdisciplinariedad

En línea con lo anterior, una competencia distintiva para los FabLab sería contar con un abanico amplio de disciplinas dentro de su equipo, de forma tal que se logre una



asesoría integral a sus usuarios en caso de necesitarlo. De esta forma, se tiene una masa crítica de base para que cualquier usuario pueda elaborar una idea y plasmarla en algo cada vez más concreto. De la misma forma, podría ser fuente de distinción que el equipo humano que compone al laboratorio sean personas con experiencia en variadas iniciativas y proyectos, tanto en paralelo como previo a su contrato con el laboratorio.

Transferencia tecnológica

Un laboratorio que logre un buen nivel de transferencia tecnológica tanto dentro de sus procesos, como para la sociedad o entorno virtual/geográfico, podría lograr captar la atención de talento humano y tecnológico, acrecentando el rol que cumplen los laboratorios de fabricación digital con la evolución tecnológica del estado del arte.

Capacidades expertas en networking y diseño de espacios

Al ser el espacio uno de los componentes primordiales para un FabLab, es muy importante tener una buena distribución física de sus elementos y maquinarias. Cuando un laboratorio de estos logra mantener un espacio colaborativo, ordenado y cómodo para sus usuarios, fomentando instancias de interacción efectiva entre sus participantes de forma sostenida, existe un alto potencial para que esto sea una competencia distintiva.

Capacidades expertas en difusión, creatividad e innovación

El conocimiento es una gran fuente de competencias distintivas, ya que no es fácil de copiar o replicar, dado que requiere de un proceso de aprendizaje, el cual pocas veces resulta rápido y sencillo. Cuando un FabLab cuenta con capacidades expertas en difusión, puede forjar una gran fuente de distinción con el medio, ya que la promoción del servicio ofrecido resulta clave para el éxito local. Por otra parte, poder mantener una capacidad



creativa y de pensamiento lateral, permite desestancar y encausar muchos procesos que podrían terminar perdiéndose en la nebulosa etapa del prototipado.

5.7 *Intento Estratégico*

Misión y visión

La misión y visión de una organización pueden llegar a ser fundamentales pues marcan los pilares sobre los que se sostiene la organización, definen la estructura, objetivos, cultura, inspiración, sentido de pertenencia, atractivo comercial, forma de actuar ante conflictos y su papel en la sociedad.

La misión se traduce en los objetivos globales, o la principal razón de ser de una organización, y suele contestar tres preguntas fundamentalmente: ¿Qué hace? ¿Por qué lo hace? ¿Para quién lo hace?

Para un FabLab en Chile, es probable que la misión contemple elementos de educación, innovación, tecnología, fabricación digital, alcance local/global, colaboración o interconexión.

La visión, en cambio, va más dirigida al rumbo que busca tomar la organización, donde se fija la mirada en el horizonte a mediano o largo plazo. Suele abordar algunas interrogantes, al igual que la misión, y estas son: ¿Qué se desea lograr? ¿Hacia dónde se dirige? ¿Dónde se quiere estar a futuro? ¿Cómo se va a conseguir esto?

Para un FabLab en Chile, la visión podría contener, a modo de ejemplo, aspectos de vanguardia tecnológica, alcance global, espacios ideales para la colaboración, la capacidad de crear casi cualquier cosa, confianza, respaldo, ambiente seguro para imaginar, inspirar,



potenciar, espíritu colaborativo, sostenibilidad/sustentabilidad, y bienestar socioambiental.

Metas operacionales

La forma en que se establecen las metas operativas depende esencialmente de las metas oficiales, o bien, de la misión de la organización. Estas metas operacionales buscan dar dirección y motivación al equipo de trabajo, brindar lineamientos para las decisiones y establecer un estándar de desempeño. Todo esto es a corto o mediano plazo, dependiendo del contexto en el que se desenvuelve el FabLab en cuestión, por lo cual la LM se encarga de traducir y aterrizar las metas oficiales/globales de la AE para repartirlas de la mejor forma al área correspondiente.

Claramente, las metas operacionales dependen del estado en el que se encuentre el laboratorio en cuestión, y de las metas oficiales que se hayan estipulado en un comienzo. Por ejemplo, si un FabLab está en la etapa de planificación, y aún no se ha abierto, algunas metas operacionales podrían ser: redacción del proyecto y postulación a fondos concursables, coordinar reuniones para vender el proyecto a alguna institución que pueda ampararlo, encontrar un lugar donde poder instalarse, o comenzar con la adquisición de maquinaria básica. En cambio, si el laboratorio está en la etapa de inicio de operaciones, probablemente las metas oficiales sean conseguir cierta cantidad de usuarios o proyectos en el semestre/año, esto se podría traducir en metas operacionales como crear campañas de marketing y promoción específicas para cada cliente/usuario objetivo, diseñar eventos e instancias para usar las máquinas y mostrar sus posibilidades a alguna comunidad, comenzar a crear un plan de adquisiciones y gestión de inventario ordenado, o planificar y efectuar mantenciones de los equipos. De otra forma, si se considera el caso de estar en



una etapa de crecimiento, se deberían operativizar los proyectos que permitan evolucionar el servicio brindado, potenciando el valor que se entrega acorde a la misión del laboratorio, ya sea la creación de máquinas, implementación de sistemas de control y seguridad, o eventos de colaboración e investigación de mayor alcance.

Estrategias competitivas

En este punto es muy importante mencionar que el entorno de mercado e industria de los FabLab no calza tan bien con los modelos competitivos más clásicos propuestos por Porter, ya que abunda la colaboración en vez de la competencia, por lo cual las estrategias a considerar deben contemplar esto para adecuar y/o conservar los elementos pertinentes.

Tomando en consideración las competencias distintivas mencionadas anteriormente, y suponiendo que el financiamiento mínimo para subsistir es un problema ya cubierto y solucionado, la estrategia competitiva debería tomar una forma aproximada al liderazgo en diferenciación según Porter, o algo similar a estrategias exploradoras según la tipología de Miles & Snow.

Con el fin de potenciar al máximo la flexibilidad de los procesos, sería necesario dirigir los esfuerzos a la adquisición o creación de materiales y máquinas llamativas, innovadoras, versátiles y útiles, junto con la capacitación del equipo de trabajo en cada una, de forma tal que se pueda brindar una experiencia inigualable y difícil de copiar, ya que su principal valor recaería en el conocimiento, un recurso intangible que no se puede adquirir sin dedicar tiempo y desarrollo a la curva de aprendizaje del individuo. De forma complementaria a lo anterior, buscar la interdisciplinariedad del equipo de trabajo permite afinar la aplicación de los diferentes recursos físicos con diferentes miradas, brindando una asesoría integral a quien lo necesite.



Realizar un diseño meticuloso del espacio podría ser un factor determinante en este contexto. Hacerlo tomando en consideración que debe ser un espacio que permita tener la flexibilidad necesaria para adecuar la distribución acorde a lo necesario, pero manteniendo las divisiones básicas bien delimitadas en base a lo funcional, como el ruido, generación de polvo o material particulado, emisión de vapores y humos, o nivel de riesgo físico. Una distribución espacial ergonómica que le permita a sus usuarios hacer uso de este espacio de forma cómoda e intuitiva, que sea acogedor y que propicie la relación entre proyectos lograría una gran diferencia. Para esto lo más probable es que se opte por hacer todas las divisiones transparentes, pero manteniendo las consideraciones funcionales anteriormente señaladas. Espacios de recreación, dispersión y/o reunión resultan atractivos para considerar en este modelo.

Finalmente, contar con capacidades expertas en difusión, creatividad, innovación, *networking* y docencia, se convierte en algo absolutamente necesario si se quiere optar por estrategias de difusión y vinculación con el medio. Estas giran en torno a la organización y desarrollo de eventos y concursos, donde se hace partícipe tanto a la comunidad para acceder a más usuarios y propiciar la difusión, y, por otra parte, se fomentan las relaciones entre proyectos. Estos concursos pueden ser en base a la búsqueda de soluciones para problemas específicos, o sencillamente recreativos, que busquen acelerar el relacionamiento entre los distintos usuarios del espacio.

5.8 *Diseño Organizacional*

Tipo de estructura

La definición de la estructura de una organización tiene que ver, en primer lugar, con los factores contingenciales a los que se enfrenta (entorno (dinamismo, complejidad y



hostilidad), edad, tecnología, tamaño, moda), en segundo lugar, con las actividades propias que desarrolla la organización, y en base a esto, se busca la mejor forma de diseñar y de conformar las interacciones entre las unidades funcionales de la organización.

Se considera en primer lugar el objetivo final que buscan cumplir las unidades funcionales, dictado principalmente por los sistemas y subsistemas de la organización identificados en la sección 5.4. Luego, para desarrollar la etapa de complejidad organizacional, hacer un mapa de interacciones directas entre estos sistemas, el cual puede considerar flujos de mando, solicitudes, información y recursos. De esta forma, es más sencillo definir el tipo de estructura (departamental, funcional, matricial, divisional, etc.), y se puede proceder con la formalización organizacional, etapa en la que se establecen las normas y procedimientos para gestionar las actividades, obteniéndose como resultado el diseño tanto de las unidades estratégicas como de las unidades de apoyo (comúnmente llamadas departamentos), las cuales requieren vincularse según su ámbito de competencia. Esto debería quedar plasmado en un manual de organización y funciones, en un diagrama de procesos, manual de procedimientos, organigrama, u otra alternativa afín. La cuarta etapa es la de dimensión organizacional, donde se busca conformar las unidades estratégicas y de apoyo en base a lineamientos y objetivos comunes, e identificar dimensiones críticas y competencias específicas (habilidades, conocimiento o experiencia). Para definir qué personas integrarán qué equipos y cargos, se deben aclarar las competencias que requiere cada uno, con la finalidad de asegurar que las actividades inherentes a cada proceso se puedan cumplir de la mejor forma posible.

Finalmente, para la etapa en que se diseña el sistema de toma de decisiones, se debe concluir en base a todo lo anterior el modelo de estructuración, ponderar las variables y



definir el tipo de estructura con el que se desea trabajar en el intento estratégico. Una estructura mecánica enfocada en la eficiencia, o una estructura orgánica enfocada en el aprendizaje. Ambas son válidas en el entorno de los FabLab en Chile, pues va a depender del objetivo oficial, o misión, que se busque cumplir. Normalmente, si se buscan objetivos que se puedan alcanzar mediante una sucesión de tareas monótonas, como la producción, apoyo educativo en asignaturas universitarias, o que se logren encausar en una especie de estado estacionario, el enfoque eficiente podría ser útil. Sin embargo, si la misión tiene que ver con investigación, educación tecnológica u otra área más dinámica, probablemente la organización quiera enfocarse en el aprendizaje.

Al relacionar estos aspectos con las alternativas que propone Mintzberg, destacan estructuras del tipo adhocráticas (con tendencia a la adhocracia operativa) en caso de estar en entornos complejos y dinámicos, enfocados en la innovación, investigación y producción a medida, el poder de decisión está repartido en toda la organización, cualquiera con la *expertise* suficiente puede proponer una solución. O a la burocracia profesional, coordinada mediante la estandarización de las habilidades del NO, en el cual se concentra el poder para la toma de decisiones, está altamente capacitado y es experto en sus áreas de conocimiento. Es la estructura que más se acomoda a entornos complejos y estables, en el sentido de que los requerimientos entrantes se puedan encasillar dentro de problemáticas ya conocidas, y resolverse mediante programas altamente especializados, pero ya probados y acotados.

Sistemas de información

Un Sistema de Información es un sistema organizacional formalizado que se define como un conjunto de componentes interrelacionados que incluyen elementos sociales y



técnicos organizados para recolectar, procesar, ordenar, almacenar y convertir los datos en información; la cual se distribuye en la organización para apoyar los procesos de toma de decisiones relacionados con la coordinación, control de recursos, análisis de problemas y temas complejos así como en la creación de nuevos productos. (Laudon & Laudon, 2012; Piccoli, 2012).

Existen 7 tipos de sistemas de información principalmente (Sordo, s.f.):

1. Sistemas de procesamiento de transacciones. Sería aplicable para las áreas de la organización en las que se realizan tareas operacionales del día a día que requieran la coordinación de espacios y horarios tales como reserva de máquinas, agenda de capacitaciones, y horarios de atención, instancias en las cuales se debe lograr respetar un orden de llegada mediante una plataforma de asignación de recursos por usuario, salas y máquinas. Hay *softwares* especializados para esto, dependiendo de los intereses del laboratorio en cuestión. También se podría optar por desarrollar de forma interna estos sistemas.
2. Sistemas de información gerencial. Principalmente útil para sintetizar la información de rutina y asegurar el buen funcionamiento de los procesos. Sería aplicable para áreas con tareas rutinarias a modo de informes semanales o periódicos, como por ejemplo, efectividad de capacitaciones, niveles de inventario, uso de recursos financieros o desempeño del capital humano. También podría ser aplicable para proyectos que impliquen meses para su desarrollo, a modo de control de avance del proyecto.
3. Sistemas de control de procesos de negocio. Dependiendo de la magnitud de las operaciones del laboratorio, este sistema permitiría hacer simulaciones de



procesos. A la vez, si es que hay áreas que tengan procesos estandarizables, contar con herramientas de control de procesos de negocio facilitaría mucho las labores para que se lleven a cabo de forma ordenada. Podría aplicar para áreas de adquisiciones, ventas, mantenimiento, inventario, funcionamiento cotidiano, u otro subsistema que funcione en alguna especie de estado estacionario.

4. Sistemas de información de marketing. Principalmente utilizado para mejorar el flujo de información entre el personal, maquinarias, procedimientos y clientes, que se traduce en un conjunto de relaciones estructuradas entre estos componentes. Si el FabLab tiene una cartera de clientes estable podría ser, sino quizás es prescindible.
5. Sistemas de colaboración empresarial. También conocidos como sistemas de planificación de recursos empresariales, tienen la función de ayudar a controlar e interpretar el flujo de información, proporcionando una vista integral de cada área de interés. Es altamente necesaria la implementación de este sistema de colaboración empresarial para el trabajo conjunto del equipo, y para la optimización en la gestión de la información y monitoreo del estado de avance de metas operacionales y estratégicas, por ejemplo, con la suite de Google Workspace.
6. Sistema de apoyo a la toma de decisiones. Normalmente diseñados para brindar apoyo en situaciones complejas, donde se captura mucha información proveniente de diversas fuentes, la cual se interpreta para procesar escenarios y proyecciones. No amerita este tipo de sistema de información para la escala que comúnmente se diseñan los FabLab.



7. Sistemas de información ejecutiva. Es posible utilizar este sistema a modo de resumen para la medición de indicadores clave y estudio de la evolución/cumplimiento de metas en la medida de requerirse por una alta gerencia o un directorio, pero por la naturaleza de “poco control al personal” que se busca en la cultura sería un desafío implementar bien el sistema, y que se mantenga actualizado en tiempo real.

Tecnologías de producción

Son las técnicas de las que dispone una organización para realizar un trabajo. Esto se focaliza principalmente en el NO², que es donde se hace la gran parte de la transformación de valor en la organización. Las tecnologías de producción (Woodward, 1965) corresponden a sistemas de trabajo y personas, flujos de trabajo, flujos de información, métodos y equipos. Estas tecnologías se ubican en tres grupos dependiendo del grado de automatización y/o estandarización que haya en los procesos: Tecnología por unidad (o artesanal), Tecnología de masa (o mecanizada), Tecnología automatizada (o proceso). Para el caso de los FabLabs, al ser laboratorios de fabricación digital enfocados en el prototipado, lo más adecuado sería focalizarse en tecnologías de producción por unidad, donde se interviene en todo el proceso, manejando varias herramientas, un producto a la vez y se va modificando a medida que se va fabricando el producto, lo cual aplica de la misma forma al proceso de asesoría a emprendedores o fabricantes usuarios del laboratorio.

² NO: Núcleo Operativo.



La secuencia fundamental para este tipo de tecnologías de producción es: Comercialización, luego Desarrollo, y finalmente Producción. De estas tres etapas, la que tiene mayor importancia relativa es la de Desarrollo, pues es muestra de calidad de servicio lograr un prototipo funcional en el menor tiempo posible. Así mismo, la mejor oportunidad para una integración entre etapas es entre el desarrollo y la producción, pues constituyen un proceso iterativo hasta llegar al producto final.

Con el enfoque de los sistemas de trabajo (Perrow, 1967) se evalúan los conjuntos de técnicas aplicadas a las entradas sobre las que se actúa para ser transformadas. Estas técnicas pueden ser dimensionadas en cuanto al grado en que las entradas presentan excepciones o variaciones respecto de la rutina, y en cuanto al grado de creatividad o juicio requerido para realizar un trabajo. Al cruzar estas dos graduaciones se obtiene que el trabajo de un FabLab sería de un alto grado creativo y alto número de excepciones, obteniendo un sistema de trabajo no rutinario. Para estos sistemas se propone otorgar discreción y poder de decisión al nivel del NO, permitiendo que respondan en base a sus conocimientos y talentos. De la misma forma, ejercer un control flexible, basado en información compartida entre los niveles de AE³ y LM⁴.

Cultura organizacional

Una de las partes más fundamentales de un FabLab es su cultura, pues normalmente se busca impulsar los ánimos de colaboración en vez de competencia, régimen contrario y más comúnmente difundido y practicado.

³ AE: Ápice Estratégico.

⁴ LM: Línea Media.



El respeto, seguridad, curiosidad, compañerismo, formación entre pares, inclusión, empoderamiento y filosofía *opensource* podrían ser algunos de los valores fundamentales para un FabLab.

Por otra parte, en cuanto al trato en las cadenas jerárquicas debería tender más a la horizontalidad, donde el control de las tareas no sea abrumador, sino que se opte por la libertad y desarrollo del equipo de trabajo, brindando autonomía y confianza a los expertos de cada área. Esto con la salvedad de los casos en que existan procedimientos superiores exigidos por una institución amparadora, en la cual se especifiquen rutas para, por ejemplo, la adquisición de activos, u orden contable en todos los movimientos financieros.

Relaciones interorganizacionales

Lo primero en cuanto a relaciones interorganizacionales debería ser siempre el vínculo existente en la Red Chilena de FabLabs. En este espacio se comparten eventos, instancias de promoción, oportunidades laborales, oportunidades de desarrollo profesional, conclusiones de desafíos en investigación científica, y desarrollo conjunto de proyectos.

En una segunda instancia, dependiendo del FabLab, mantener buenas relaciones con su institución amparadora se vuelve absolutamente necesario. Desde el acatar y promover los códigos de comportamiento internos, impulsar proyectos en conjunto, buscar la forma de mejorar las condiciones tecnológicas, hasta promover la capacitación del personal de la misma institución amparadora.

De la mano con lo anterior, en caso de convivir dentro de la misma institución amparadora con otras iniciativas, por ejemplo estudiantiles en caso de una universidad, la colaboración implica un gran beneficio para ambas partes, ya que por un lado se presta apoyo y asesoría en los procesos de diseño de prototipos y soluciones técnicas puntuales,



y por el otro se le da uso y presencia al laboratorio, lo cual es una buena fuente de promoción y difusión.

Relaciones con los municipios y centros educacionales de la comuna siempre es un buen foco para desarrollar relaciones interorganizacionales, pues al tener un enfoque educativo y de promoción de tecnologías de fabricación digital, las cuales tienen mucho que ver con innovación, resulta interesante poder desarrollar proyectos educativos que hagan crecer el nivel de capacidades técnicas de la comunidad, a la vez que permiten desarrollar y probar métodos y proyectos al laboratorio.

Por último, mantener una impecable relación comercial con los proveedores de insumos, repuestos, *software* y maquinaria es determinante para un buen funcionamiento del laboratorio, como por ejemplo, filamento para impresión, materiales para corte láser, o en casos más específicos, repuestos de maquinaria de alto grado técnico. Si se puede negociar precios, calidades, o incluso planes personalizados de abastecimiento, membresías, y/o licencias de *software*, se puede optar a mejoras sustanciales en el desarrollo del laboratorio, siempre velando por ser un cliente de excelencia para el proveedor, ya sea mediante promoción, difusión, nuevos proyectos, *feedback* de los procesos logísticos, o buen comportamiento financiero.

Políticas de recursos humanos

Comúnmente, un FabLab tendrá que adscribir a las normas de su respectiva institución amparadora, pero en el caso de un laboratorio independiente, se hace necesaria la definición de políticas propias, las cuales reflejan estrategias diseñadas para gestionar y garantizar la captación, establecer rotación de personal deseada, eficiencia y crecimiento del personal empleado.



Adicionalmente, en esta sección se considerarán aspectos de convivencia y seguridad, necesarias para el buen funcionamiento de espacios que trabajan con maquinaria automatizada y con diferentes niveles de riesgo físico.

En caso de que se consideren elementos relevantes adicionales a los de la institución amparadora, se deben señalar y especificar. Estos pueden ser temas de seguridad, capacitaciones, normas de convivencia, beneficios, o programas de formación.

Normalmente, cuando se requiere crear la totalidad de las políticas de recursos humanos y normas de convivencia, se consideran aspectos relativos a atracción, reclutamiento y selección de personal, desarrollo, formación y crecimiento del personal, objetivos para la rotación o retención, beneficios, remuneración y/o promoción.

Respecto a las normas de convivencia, se puede estipular las intenciones respecto al clima/ambiente y relaciones interpersonales, tanto entre trabajadores como con clientes, responsabilidad compartida, deberes, derechos y obligaciones ya sea del equipo de trabajo o de los usuarios del laboratorio, cómo se abordarán las sanciones en caso de no cumplir con estas normas, o de exponer al peligro a los usuarios, con el fin de tener un marco formalizado para el actuar en diferentes situaciones, y que brinde apoyo a la persona que deba tomar decisiones y no dependa solamente de su criterio.



6. CASO APLICADO AL FABLAB UTFSM – SAN JOAQUÍN

Para el caso aplicado se hará uso de la metodología propuesta en la sección anterior, la cual busca presentar las bases de la forma más transversal y general posible, con la finalidad de que cada laboratorio en particular tome dicha metodología y la adecúe a su propio contexto. En consecuencia, hay algunos análisis, como del macroentorno y del microentorno, con los que es suficiente desarrollo aquel ya propuesto, mientras que hay otros, como la identificación de recursos y capacidades, las competencias distintivas y la diferenciación e integración sistémica, que sí requieren una adecuación para que cobren el sentido que merecen. Dicho de otra forma, lo más transversal son los análisis de la situación externa, y lo más particular corresponde a la situación interna.

Es en base a lo anterior que se procede a presentar el contexto organizacional general del FabLab UTFSM, identificar los cambios en el análisis de la situación interna, y luego, describir lo intrínsecamente particular: el intento estratégico y el diseño organizacional.

6.1 *Contexto organizacional general*

El laboratorio funciona en las dependencias de la Universidad Técnica Federico Santa María, campus San Joaquín. Actualmente su presupuesto depende, por una parte, de la subvención universitaria, y por otra, de la gestión de ingresos propios a base de proyectos, servicios y membresías.

El equipo es conformado por un director que es docente de la universidad, una persona contratada a tiempo completo con el cargo de *Lab Manager*, y un *pool* de aproximadamente 10 ayudantes que son estudiantes de diferentes carreras dentro de la universidad, por lo cual deben saber compatibilizar la carga académica con las labores del



laboratorio. Junto a todo esto, se debe tener claro que esta condición plantea el gran desafío de establecer procesos regulares de reemplazo y recambio del staff, velando por mantener la identidad del equipo, sus conocimientos y, por sobre todo, su motivación original.

El principal propósito del laboratorio es el de propiciar un espacio que permita nutrir la curiosidad y la formación autodidacta en base a conexiones entre pares sanos, visto como un complemento a la educación y formación ofrecida en la universidad. En este espacio se entusiasma a sus usuarios para que desarrollen proyectos con impacto social o con prospecciones económicas a modo de emprendimiento si es que se ven buenas oportunidades.

La gestión de recursos es propia, sin embargo, el FabLab UTFSM debe adscribir a todas las normas y protocolos impuestos por la universidad en cuanto a los códigos de conducta, adquisiciones, tratamiento contable de activos y normas de seguridad.

6.2 *Diferenciación e integración sistémica*

Basándose en la metodología de Bermúdez (2012), el primer paso para comenzar a definir formalmente el diseño organizacional para el FabLab UTFSM es hacer una diferenciación e integración sistémica, tomando como base preliminar la teoría general de sistemas.

De los sistemas y subsistemas identificados en la sección Diferenciación e integración sistémica, algunos se retiraron y otros se agregaron para que los elementos encontrados calzaran de mejor manera a la realidad del laboratorio en cuestión, tal como se puede ver en la Tabla 8.

Sistema	Subsistema	Procesos
Dirección	Financiamiento	Búsqueda y selección de fondos concursables, Presentación para clientes, Prefactibilidad con universidad, <i>Hunting</i> , Nuevos mercados
	Estrategia	Misión, Metas oficiales, Metas operacionales, Estrategias competitivas
	Mejora continua	Control de resultados, Propuestas de mejora
	Relaciones diplomáticas	Representación pública, Vinculación con directorio o sponsors
	Gobierno corporativo	Establecimiento de vínculos inter-sistemas, Establecimiento de normas generales
Administración y finanzas	Análisis y reporte de resultados	Creación y análisis KPI's, Reportería e informes, Auditorías
	Adquisiciones	Negociación con proveedores, Plan de tiempos de suministro, Cuentas por pagar
	Documentación financiera	Cotizaciones, Facturación, Cobranza, Órdenes de compra, Rendición de gastos
	Monitoreo de mercado	Benchmarking, Nuevas tecnologías, Variaciones de precio y escasez
	Contabilidad	Flujos de caja, Estado de resultados, Balance general
	Presupuesto	Disponibilidad y planificación de gastos
Capital humano	Nómina laboral	Perfiles de cargo, Reclutamiento, Despidos, Retención de talento, Desarrollo perfil laboral
	Prevención de riesgos	Identificación de riesgos por cargos, Verificar uso y acceso a equipo de protección personal, Evaluación condiciones de salud del personal, Verificar estado de implementos de seguridad
	Formación	Capacitaciones en sistemas de control e información, Sistemas y dinámicas internas, Habilidades blandas
	Convivencia	Fomento cultura, Ambiente laboral, Reglamento
Tecnologías de la información	Mantenimiento informático físico	Equipos informáticos, Redes, Servidores
	Mantenimiento informático virtual	Mantenimiento sitio web, Actualización y mantención de <i>Classroom</i> , Actualización periódica de otras plataformas, Redes, Servidores
	Sistemas de información	Creación de software, Información ejecutiva (<i>dashboards</i>), Definición de procesos lógicos, Documentación de procesos lógicos
Operación y logística	Inventario	Actualización de existencias, Planes de adquisición, Bodegaje, Recepción de insumos y paquetes
	Funcionamiento cotidiano	Orden del laboratorio, Horarios de turnos, Recepción de problemas, Reserva de máquinas,
	Mantenimiento	Correctivas, Preventivas, Monitoreo repuestos, Verificar estado de máquinas
	Operaciones	Asesoría técnica, Diseño, Fabricación
	Gestión comercial	Control de membresías, Beneficios de usuarios, Cobranza uso de materiales, Post venta
	Capacitaciones	Calendario de capacitaciones, Capacitaciones en máquinas y herramientas, Monitoreo nivel del staff

Proyectos	Particulares y privados	Identificación requerimientos, Diseño, Presupuesto, Prototipado, Documentación
	Fondos Concursables	Investigación de la temática, Presupuesto, Postulación proyecto, Desarrollo, Prototipado, Documentación
	Talleres	Desarrollo talleres, Análisis de resultados, Gestión/planificación de recursos
	Desarrollo interno	Investigación de la temática, Prefactibilidad proyecto, Presupuesto, Implementación, Documentación
Vinculación con el medio	Eventos	Planificación, Invitación, Definición de temática, Coordinación asistencia, Gestión de recursos, Coordinación de personal y otras organizaciones
	Redes Sociales	Contenido de difusión, Contactos para colaboración, Responder dudas y consultas, Nuevos seguidores, Performance de publicaciones
	Comunicaciones	Lobby, Contactos estratégicos, Representación de imagen, Divulgación de valores e identidad (del laboratorio)

Tabla 8: Diferenciación e integración sistémica del FabLab UTFSM. Se desglosa solo hasta los principales procesos de cada subsistema por términos de practicidad.

(Fuente: Elaboración propia.)

6.3 Identificación de recursos y capacidades

Siguiendo la lógica anterior, se adecúan los recursos y capacidades encontrados en la sección Identificación de recursos y capacidades, agregando y quitando elementos para que calce mejor con el caso de estudio, resultando la Tabla 9.

Recursos TANGIBLES		Recursos INTANGIBLES	
Máquinas	Impresoras FDM	Imagen	Antigüedad del laboratorio
	Corte láser		Respaldo internacional
	Impresoras SLA		Proyectos o emprendimientos impulsados
	Bordadora CNC		Contacto con proyectos incubados
	Router CNC		Fama colaborativa con el entorno
	Torno manual		Aportes a la sociedad
	Cortadora de vinilo	Espacios	Buen diseño de espacio, amplio y adaptable
	Chipeadora de plásticos		Ubicación con alta conectividad
	Inyectora de plásticos		Bodega y sala de reuniones
	Fresadora para placas de circuitos		Aislación acústica y climatización

Financieros	Presupuesto anual	Software	Espacio de trabajo para electrónica
	Fondos concursables		Espacio de trabajo para carpintería
	Prestación de servicios		Análisis y seguimiento de KPI's
	Membresías vigentes		Sistema de almacenamiento en la nube
Recursos HUMANOS		Capacidades	Sistema de control remoto para máquinas
Conocimiento	Experiencia en diseño de prototipos		Plataforma educativa integrada en la UTFSM
	Metodologías MIT y Fab Academy		Servidores y entornos de desarrollo propios
	Relaciones con otros FabLab		Coordinación de metas y tareas
	Conocimiento ingenieril interdisciplinario	CAPACIDADES	
Motivación	Buenas relaciones con la UTFSM	Capacidades	Excelencia pedagógica y de capacitación
	Fuerte vinculación con el medio		Innovación en productos y servicios
	Equipo cohesionado, solidario y ejecutivo		Desarrollo de software y hardware
	Metas y desafíos atractivos		Gestión de stock y <i>supply chain</i>
	Motivación por la tecnología		Respuesta de pago a proveedores
	Motivación por el ambiente		Retención de talento
	Motivación por la fabricación digital		Postulación a fondos concursables
	Motivación por la educación		Flexibilidad de los procesos

Tabla 9: Identificación de recursos y capacidades más importantes del FabLab UTFSM.

(Fuente: Elaboración propia)

6.4 Competencias distintivas

La creciente variedad de máquinas del laboratorio permite combinar y configurar diferentes tipos de procesos y materiales para lograr brindar un gran abanico de opciones a la persona que quiera hacer uso de estos elementos. Esto requiere de una flexibilidad considerable para adecuar los espacios y el trato de usuarios, lo cual es una de las capacidades más importantes que presenta el laboratorio.

El entorno de la UTFSM juega a favor en la interdisciplinariedad, ya que todas las carreras que se imparten son del ámbito ingenieril, de diseño y, de alguna forma, ligadas



a capacidades de resolución de problemas y fabricación. Entonces, al compartir un mismo lenguaje, y contando con una buena guía para canalizar el desarrollo de talentos, las sinergias que se pueden alcanzar son totalmente una competencia distintiva.

El laboratorio cuenta con un equipo con la presencia de la motivación de gente joven y creativa que quiere ser un factor de cambio y un aporte a la sociedad. Si este aporte es directo, o a través de impulsar desafíos y proyectos de pares, ya sea involucrándose activamente, o solo aconsejando desde su área de conocimiento, resulta igualmente valioso y motivador.

Parte de la estructura que se define más adelante hace fuerte referencia a la necesidad de perfeccionar los mecanismos de transferencia tecnológica, ya sea dentro de la misma organización, como hacia la academia y la sociedad. La organización que aprende está siempre compartiendo sus hallazgos para encontrar retroalimentación del entorno, y los hallazgos normalmente comienzan como datos, para transformarse en información y, posteriormente, en conocimiento.

6.5 *Intento estratégico*

La razón de ser del FabLab UTFSM es capacitar a personas, particularmente estudiantes de la UTFSM, y que desarrollen proyectos. Se debe considerar que las principales líneas de acción son: Educación y creación.

Al trabajar en conjunto con el equipo directivo del FabLab UTFSM, y tomando en consideración las condiciones basales en las que se encuentra el laboratorio, se pudo concluir los lineamientos estratégicos para definir la misión, visión y estrategias como siguen.



Misión

Se buscó mantener el espíritu de la anterior misión, pero actualizando la forma de expresarla. El principal foco involucra los conceptos de educación, tecnología, fabricación digital:

Entregar las herramientas y conocimiento a toda persona que se quiera educar, innovar e inventar usando tecnologías de fabricación digital, permitiéndoles que desarrollen prácticamente cualquier proyecto que puedan imaginar; dándoles la oportunidad de mejorar las vidas de las comunidades tanto de forma local como global.

Como resultado de esto, la misión que se propone para el intento estratégico es:

Entregar las herramientas y conocimientos de fabricación digital a toda persona que busque aprender y desarrollar innovación de base científico-tecnológica.

Visión

Con respecto a la visión, los conceptos más relevantes a considerar son el espacio, la libertad, la creación y el saber que en este espacio equivocarse es parte del proceso de aprendizaje, y jamás se castigará de forma punitiva.

Antes:

Buscamos posicionar a la UTFSM como la universidad de vanguardia en el desarrollo de tecnología digital, entregando a los alumnos un espacio de primer nivel, en el cual no existan limitantes para la creación. Queremos que este sea un espacio abierto, en donde puedan converger las visiones creativas tanto de sanos como personas de todo el mundo, y el alto



grado de conocimientos técnicos de los estudiantes, generando un espacio que apoye el desarrollo de tecnología global.

Propuesta:

Ser un espacio abierto, inclusivo, respetuoso y seguro donde no existan barreras entre las ideas y la creación.

Metas oficiales y operacionales

En un trabajo de proyecciones y priorización que se realizó junto al equipo directivo del FabLab UTFSM, se llegó a las siguientes conclusiones. A continuación se desglosan en el primer nivel las metas oficiales u objetivos generales, y luego se van caracterizando en metas operacionales u objetivos específicos.

1. Profesionalización del FabLab UTFSM

1.1. Personal.

1.1.1. Aumento de la nómina de base e incorporación de 2 profesionales *full-time* adicionales.

1.1.2. Reclutamiento en base a aptitudes y habilidades requeridas (habilidades blandas, ventas, articulación, networking, difusión, metodología educativa, talento docente, y lo estipulado en los perfiles de cargo).

1.2. Diversificación de herramientas.

1.2.1. Máquinas nuevas y diferenciadoras: Modernización de la flota tecnológica e incorporación de nuevos activos diferenciadores con sus respectivos cursos para el uso.

1.2.2. Virtualización de principales máquinas del laboratorio.

1.3. Diversificación de conocimientos.



- 1.3.1. Capacitar a ayudantes en todas las máquinas y explorar las posibilidades de integración entre procesos, maquinarias y materiales.
- 1.3.2. Impulsar la formación de habilidades blandas en el equipo.
- 2. Escalamiento.
 - 2.1. Lograr incrementar el alcance para entregar conocimientos y herramientas a toda persona que busque aprender.
 - 2.1.1. *Classroom* definitivo: Lanzamiento, *testeo* y mejora de *Classroom*; plataforma en línea integrada con la universidad para impartir cursos de capacitaciones y eventos en la comunidad interna y externa.
 - 2.1.2. Transmisión de conocimientos: Crear cursos de uso para máquinas de impresión 3D, corte láser, *router* CNC y configuración de Arduinos del laboratorio y alojarlos en la plataforma *Classroom*.
 - 2.2. Fortalecer relaciones con los centros basales de investigación.
- 3. Lograr la sostenibilidad económica parcial.
 - 3.1. Justificar y lograr la incorporación fija del FabLab al presupuesto anual de la universidad.
 - 3.2. Definir e implementar un modelo de sustentabilidad económica concreto.
 - 3.2.1. Definir el mercado y los clientes objetivos.
 - 3.2.2. Definir y desarrollar el perfil de los productos a ofrecer.

Estrategias

Siguiendo las líneas estratégicas de Porter, y teniendo claridad de que el contexto industrial y mercantil de los FabLab no se rige por las definiciones clásicas de competencia, al ser un entorno con interacciones altamente colaborativas, se estima que las estrategias de



diferenciación son las más adecuadas al caso, siempre aterrizándolas al escenario de colaboración planteado.

Para conseguir el objetivo mayor en cuanto a la consolidación y expansión del FabLab, es necesario contar con financiamiento fijo, tratar de lograr un estado estacionario que fluctúe dentro de ciertos márgenes, y conseguir que el laboratorio sea conocido tanto en la universidad como en las instituciones e instancias de fondos concursables, de modo tal que se deriven emprendedores a desarrollar sus proyectos.

Hay que tener capacidades expertas de difusión, *networking*, diseño ergonómico del espacio, postulación a fondos, y por otra parte, variedad de máquinas para poder prometer la flexibilidad necesaria para todo tipo de usuario.

Respecto a las máquinas, se pueden comprar o construir explorando la corriente de “máquinas que crean máquinas”, un principio de auto replicabilidad en las máquinas de un FabLab. Para esto, es necesario contar con un mínimo de activos fijos que entreguen la base de factibilidad para poder comenzar con la creación de máquinas nuevas y artesanales.

Las capacidades más blandas se pueden obtener mediante la contratación de un profesional con esas aptitudes, o mediante retención y formación de talento.

6.6 *Diseño organizacional*

Estructura

El FabLab UTFSM se encuentra inserto en un entorno dinámico, ya que enfrenta una demanda por soluciones creativas y únicas, donde cada caso es diferente del anterior, y estas soluciones se derivan principalmente desde una base de conocimiento profesional, o sea que no se sabe a priori qué es lo que se va a desarrollar y fabricar. Es también un entorno complejo para las actividades de fabricación personalizada, principalmente debido a la necesidad de innovación e investigación que presenta cada caso. Es difícil encontrar un



mecanismo o metodología detallada al punto de seguir pasos para encontrar la solución, sin mencionar metodologías tipo “levantar requerimientos, proponer y discutir soluciones, realizar prototipo, probar y mejorar”, ya que son demasiado generales. Por otra parte, en el ámbito educativo, formativo y de capacitaciones, el entorno se vuelve un poco más sencillo, pues se busca tener cursos definidos para cada máquina, donde quien la imparte pueda tener un programa base y afinarlo menormente según la audiencia. Este laboratorio se encuentra en una etapa de crecimiento, es joven y con personal acotado, pero altamente capacitado y con competencias técnicas en constante desarrollo.

Se pudo aterrizar a un sistema organizativo estilo. Por una parte, cada integrante tiene asignada una unidad para labores de gestión interna, y por otra, se forman equipos por cada proyecto que se desarrolle, donde se hace obligatoria una fuerte comunicación tanto horizontal como vertical para lograr un mecanismo de coordinación que favorezca el ajuste mutuo. El estilo matricial se aplica para coordinar cada área funcional con los diferentes proyectos que se desarrollan, dando un carácter integral en el desarrollo del mismo. Si bien se busca que haya una persona liderando a las coordinaciones de cada unidad, y al mismo tiempo al acotado personal, que cuente con la palabra final en las decisiones que se toman, un equipo de estas características técnicas y operativas requiere que el mando sea descentralizado, por lo que se opta por una dinámica democrática donde toda persona que tenga el suficiente nivel técnico pueda aportar con soluciones y/o planteamiento de problemáticas, para así propiciar un ambiente creativo.

A partir de la cadena de valor del FabLab se pueden identificar las actividades de soporte y actividades primarias, que posteriormente se identifican bastante estrechamente como la parte administrativa (Ápice Estratégico (AE), Línea Media (LM), Staff de Apoyo

(SA) y Tecnoestructura (TE)) y técnica (Núcleo operativo (NO)) de la estructura de Mintzberg, respectivamente.

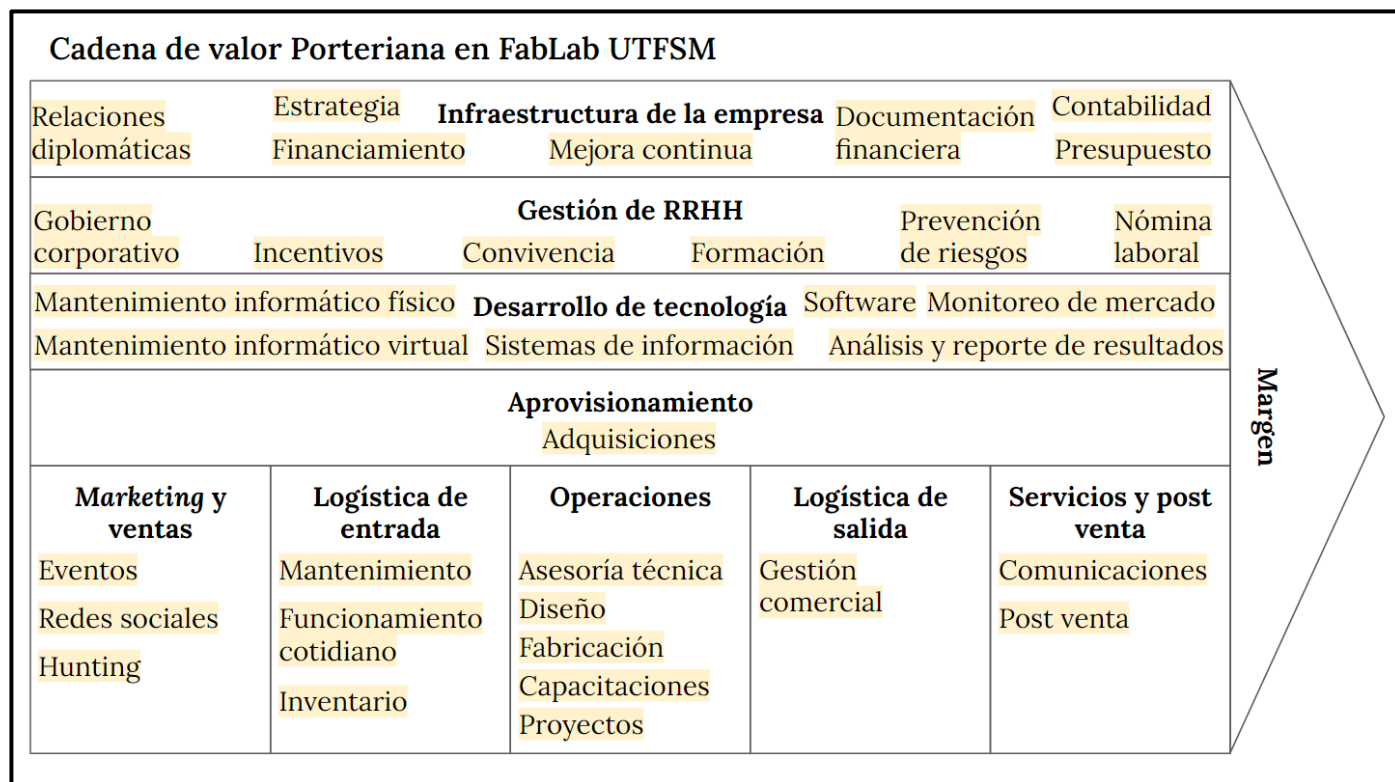


Ilustración 14: Cadena de valor según Porter para FabLab UTFSM. Se utilizan los principales subsistemas identificados en la sección Diferenciación e integración sistémica.

(Fuente: Elaboración propia.)

Comenzando con la definición de Mintzberg, “la adhocracia operativa se caracteriza por buscar la innovación y resolución de problemas directamente en beneficio de sus clientes. (...) Sus equipos multidisciplinarios de expertos convergen sus esfuerzos para encontrar una solución novedosa a cada caso, a diferencia de la burocracia profesional, la cual diagnostica y encasilla la problemática dentro de alguna contingencia conocida sobre la cual aplicar un programa conocido y estandarizado. (...) En las adhocracias operativas sus especialistas deben interactuar informalmente mediante el ajuste mutuo en equipos por proyectos orgánicamente estructurados; la burocracia profesional, debido a que

estandariza sus servicios, se estructura como una burocracia en la que cada especialista puede funcionar individualmente, y sus resultados están automáticamente coordinados con los de sus pares debido a que tienen habilidades y conocimiento estandarizados.” (Mintzberg, 1978).

La composición gráfica bajo la estructura de adhocracia operativa de las principales funciones de la organización queda propuesta de la siguiente forma:



Ilustración 15: Asignación de funciones de la organización a las partes de la organización según modelo Mintzberg. Si bien se pueden identificar las partes, hay que tener presente que al ser una adhocracia operativa, quien realiza las funciones podría variar si es que el caso lo amerita justificadamente.

(Fuente: Elaboración propia.)

Para la segunda etapa destinada a examinar la complejidad organizacional, se definen 4 tipos de interacción directa (o de primera instancia) entre los diferentes sistemas (flujo de mando, flujo de solicitudes, flujo de información y flujo de recursos), además de identificar las relaciones entre agentes externos al laboratorio y los diferentes sistemas del mismo. Para ver de forma gráfica y aisladamente los diferentes tipos de interacción se puede consultar el Anexo 10.9 Mapas de interacciones y complejidad organizacional.

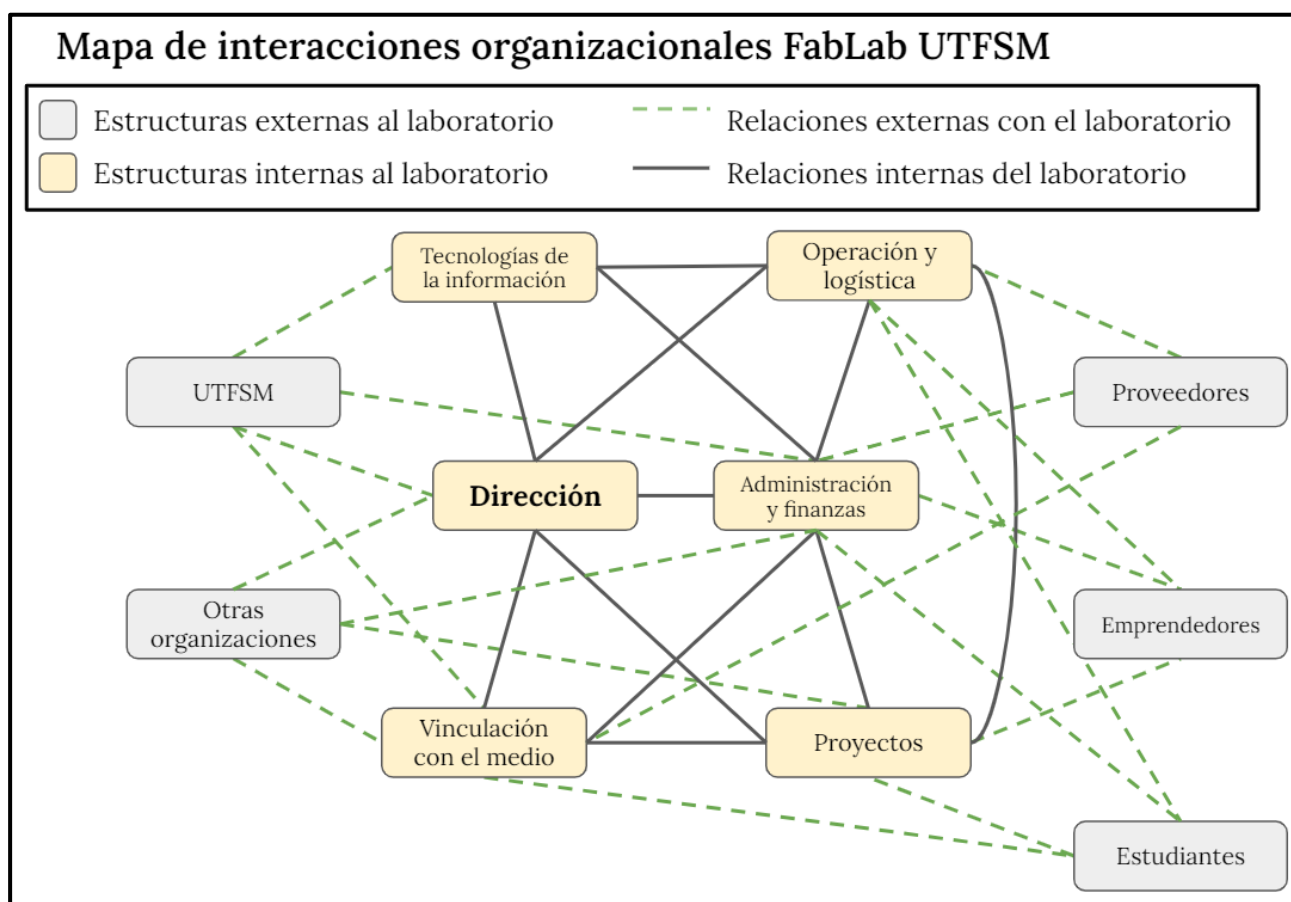


Ilustración 16: Mapa de todas las relaciones de la organización. Las relaciones de estructuras externas con los sistemas de la organización en líneas punteadas verdes, y relaciones internas intersistemas en líneas negras.

(Fuente: Elaboración propia.)

Para el diseño de unidades tanto estratégicas como de apoyo, se realiza una priorización y ponderación en base a la necesidad de afinidad en las competencias personales necesarias para desempeñar una actividad, intensidad en el intercambio de información y el nivel de continuidad que presentan en el flujo de trabajo.

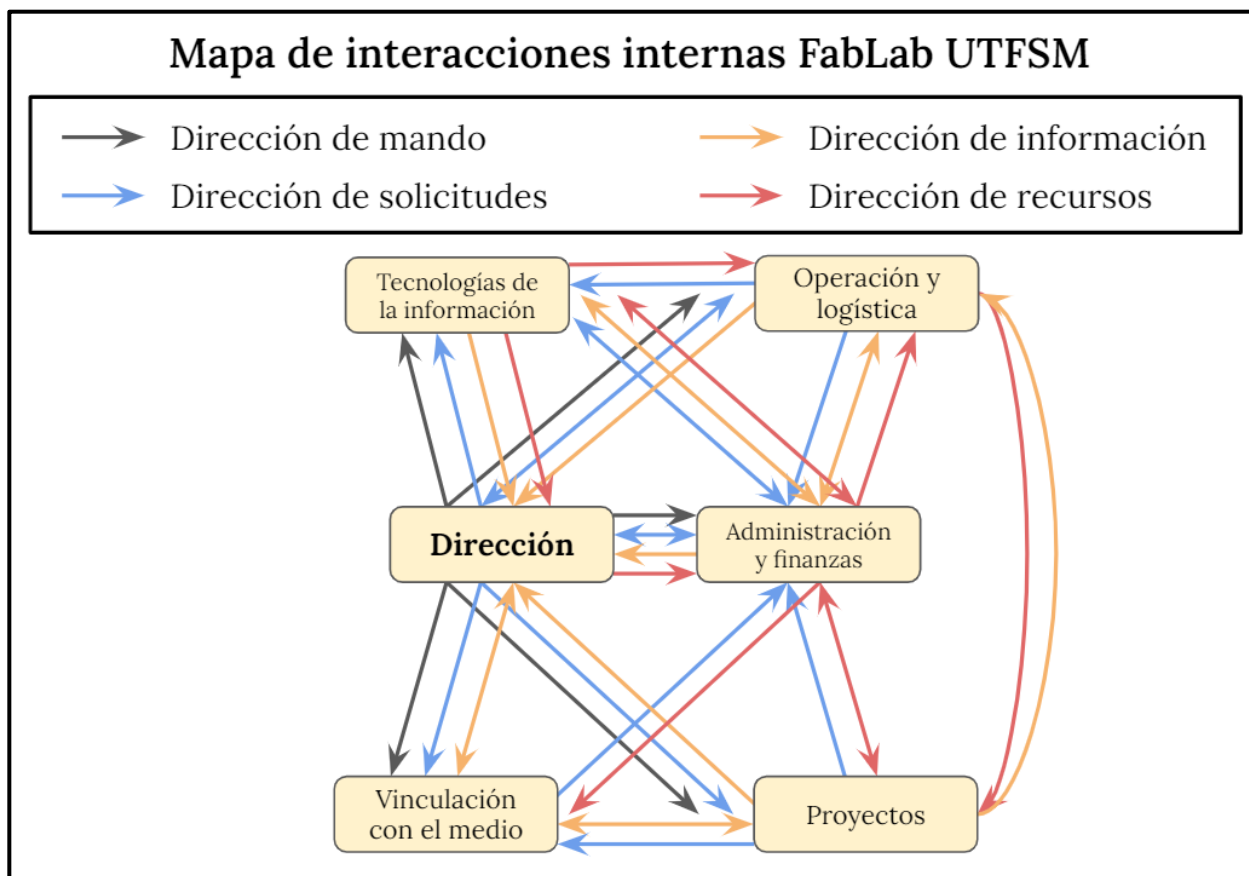


Ilustración 17: Mapa de los cuatro tipos fundamentales de relación entre los principales sistemas del FabLab UTFSM. Notar que estas relaciones se consideran directas, o bien, de primera instancia. No se muestran las retroalimentaciones ni reiteraciones por motivos de simplificación gráfica. En Proyectos está implícita la integración de otras unidades.

(Fuente: Elaboración propia.)

De esta forma, se establecen las unidades funcionales como coordinaciones entre subsistemas, relacionadas principalmente en base a la afinidad en las competencias de las personas que conformarán cada unidad. Sin embargo, hay que tener en consideración que,

debido a la naturaleza de las actividades desarrolladas, el contexto estudiantil, y que tanto el laboratorio como sus integrantes están en constante crecimiento y formación, se concluye que es necesaria la definición de un *pool* flexible de ayudantes, de forma tal que cada integrante tenga una especialidad, y al momento de desarrollar un proyecto en específico, se le podrá asignar una tarea relacionada, pero trabajando bajo la supervisión tanto de quien lidere el proyecto como de quien lidere la coordinación de sus actividades basales, dando sentido a la estructura matricial propuesta. En la Ilustración 18 se puede observar el organigrama con la estructura matricial resultante de la formalización organizacional.

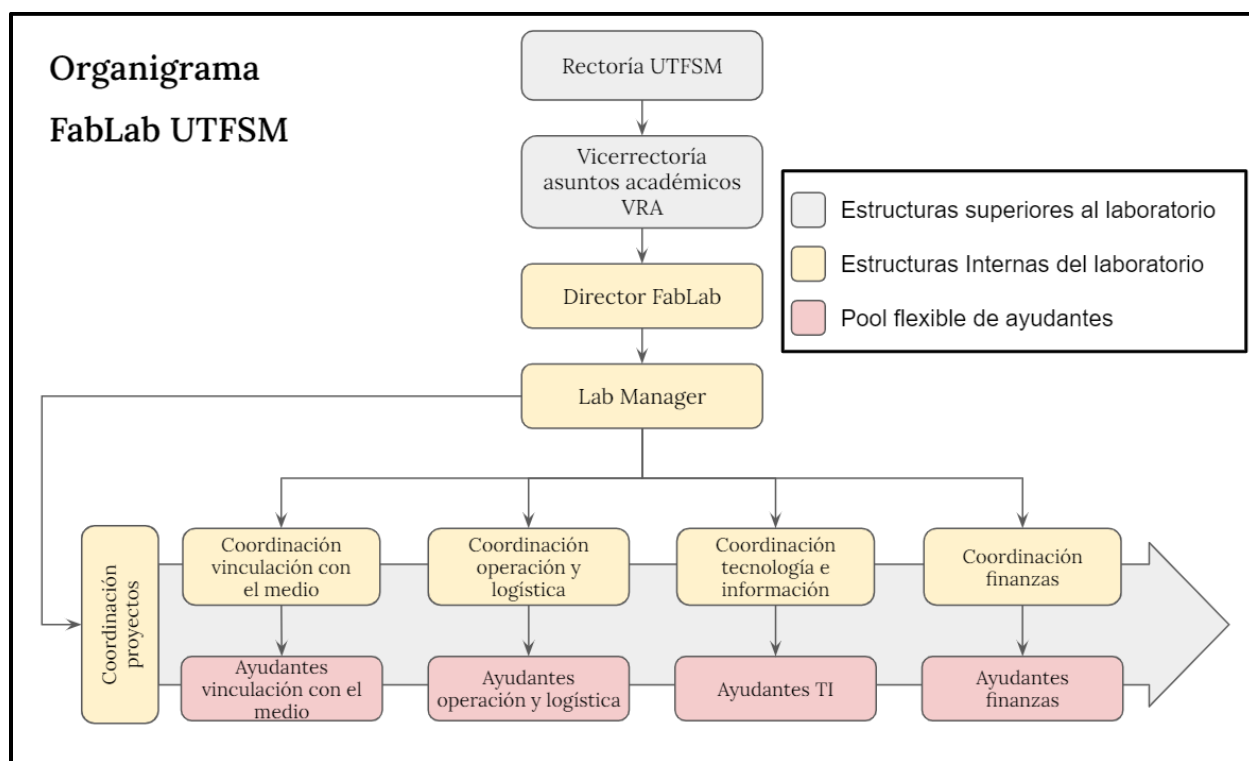


Ilustración 18: Organigrama matricial del FabLab UTFSM. Consta de coordinaciones específicas y un *pool* de ayudantes que se pueden alternar dependiendo de los proyectos y necesidades de los talleres.

(Fuente: Elaboración propia.)



Para la etapa de dimensión organizacional, se respeta el criterio por el cual se conformaron las unidades funcionales, o coordinaciones, del párrafo anterior.

La descripción de las tareas y funciones principales de cada cargo se definen para los cargos de liderazgo. Los cargos de ayudante reciben alguna porción de las responsabilidades de quien coordina la unidad, dosificado por su respectivo líder, quien asume responsabilidad por los resultados de su área.

- **Director/a:** Contraparte de la universidad, responsable del FabLab desde un punto de vista académico y administrativo. Cumple una función altamente estratégica y debe construir los caminos y vínculos estratégicos para que los objetivos logren llegar a su cometido con las instancias más formales de la universidad y el entorno profesional. Autoriza todos los movimientos de documentación financiera del laboratorio ante la universidad, aplica para procesos de compra y de venta.
- **Lab Manager:** Persona encargada y responsable de la gestión del FabLab, como un administrador de planta con responsabilidades también estratégicas. Supervisa directamente a quienes lideren cada coordinación. Junto con el Director se encargan de explorar nuevos mercados y oportunidades de proyectos. El principal desafío es mantener un flujo constante de proyectos acorde a la capacidad de procesamiento del equipo, operativizar las metas estratégicas y facilitar las instancias de comunicación en el equipo completo para el óptimo cumplimiento de estas. También se encarga de toda la gestión del capital humano, desde nómina laboral hasta formación.
- **Líder de coordinación Finanzas:** Persona encargada y responsable de el orden financiero y contable interno del laboratorio. Debe tener claridad del saldo disponible y de cada proceso de adquisición y venta del laboratorio para brindar apoyo en la



tramitación de documentos financieros y protocolares con la universidad (facturas de compra y venta, cotizaciones de compra y venta, ordenes de compra, rendición de gastos, y gestión de activos). Análisis de KPI's, elaboración de informes, monitoreo de mercado en insumos, competencia y tecnología.

- Líder de coordinación Operación y logística: Persona encargada y responsable de mantener en buen estado las máquinas y herramientas, mantener el orden del laboratorio y la bodega. Impartir capacitaciones y coordinar el desarrollo técnico de los proyectos y talleres. Debe poder brindar asesoría técnica en los procesos de fabricación tanto digital como físico, considerando máquinas, herramientas, materiales y procesos, siempre velando por mantener adecuados estándares de seguridad. Coordina la recepción de materiales, insumos y maquinarias con proveedores.
- Líder de coordinación Tecnología e información: Persona encargada y responsable del buen funcionamiento de redes, sistemas informáticos, servidores, página web y *Classroom*. Debe poder coordinar al equipo de TI para el desarrollo de *software* y herramientas informáticas para el apoyo de las funciones del laboratorio. Constante monitoreo de oportunidades de mejora en las plataformas internas. Análisis y procesamiento de información para el apoyo en la toma de decisiones.
- Líder de coordinación Vinculación con el medio: Persona encargada y responsable de mantener activas las redes sociales con información relevante y acorde a la línea editorial del laboratorio. Busca contactos y alianzas estratégicas para evaluar eventos, talleres y proyectos que puedan generar beneficios sociales o económicos para la comunidad o el laboratorio. Recibe comentarios y situaciones originadas posterior a la venta o implementación de un proyecto, y las canaliza adecuadamente al interior del laboratorio para encontrar soluciones.



- **Líder de coordinación Proyectos:** Dependiendo del proyecto, es la persona encargada y responsable de planificar la ruta para el desarrollo del proyecto particular. Debe organizar el equipo asignado por el Lab Manager para cumplir con las metas del proyecto. Tiene que poder ajustarse a los presupuestos, generar informes de avance, tener altas capacidades para la delegación de tareas, y habilidades para la proyección y anticipación de eventos perjudiciales para su proyecto.

Respecto a la dinámica para delegar tareas, es del tipo de doble supervisión entre los proyectos y las coordinaciones. La asignación de coordinadores de proyecto y su respectivo equipo la hace quien ocupe el cargo de Lab Manager, en primera instancia, salvo que haya oposición fundamentada, caso en el que se puede debatir, pero el Lab Manager tiene la última palabra. Este último presenta facultades de mando sobre los líderes de cada coordinación. Sin embargo, en caso de requerir apoyo, cualquier miembro del equipo puede solicitar ayuda y delegar tareas a cualquier otra persona, siempre y cuando esta última acepte, con previa notificación a su superior jerárquico, quien puede oponerse a la reasignación de recursos humanos de forma justificada.

Las principales competencias que se buscan en los diferentes cargos del FabLab UTFSM se detallan a continuación, haciendo la distinción entre coordinador y ayudante por cada área.

Unidad	Coordinador/a	Ayudantes
Dirección	(<i>Director</i>) Resolución de problemas; Experiencia en investigación; <i>Networking</i> ; Gestión estratégica; Diplomacia; Interpretación estadística.	(<i>Lab Manager</i>) Liderazgo; Habilidades organizativas; Operativización y delegación de tareas; <i>Networking</i> ; Resolución de problemas; Control y gestión de procesos; Gestión de RRHH.

Administración y finanzas	Manejo de Excel; Contabilidad básica; Control y gestión de procesos; Operativización y delegación de tareas; Orden, método y estructuración lógica; Síntesis e interpretación de datos; Documentación financiera; Manejo de vías formales USM y protocolos; Negociación con proveedores.	Manejo de Excel; Contabilidad básica; Orden, método y estructuración lógica para procesos en paralelo; Capacidad de priorización de tareas por orden de urgencia e importancia.
Tecnologías e información	Control y gestión de procesos; Orden, método y estructuración lógica; Operativización y delegación de tareas; Programación varios lenguajes; Trabajo en equipo; Desarrollo de software.	Programación en varios lenguajes; Trabajo en equipo; Desarrollo de software; Programación Arduino.
Operación y logística	Control y gestión de procesos; Operativización y delegación de tareas; Orden, método y estructuración lógica; Uso y mantención de maquinaria; Diseño y fabricación digital; Pedagogía.	Uso y mantención de maquinaria; Diseño y fabricación digital; Pedagogía; Trato con clientes; Seguridad y orden.
Vinculación con el Medio	Orden, método y estructuración lógica; Operativización y delegación de tareas; Comunicación efectiva; Ventas y manejo de clientes; Creatividad y proactividad; Manejo redes sociales.	Comunicación efectiva; Creatividad y proactividad; Manejo redes sociales; Diseño y composición gráfica; Redacción.
Proyectos	Control y gestión de procesos; Orden, método y estructuración lógica; Operativización y delegación de tareas; Liderazgo.	Trabajo en equipo; Sentido de responsabilidad e interdependencia; Competencias específicas de su rol.

Tabla 10: Competencias necesarias para los puestos de cada unidad funcional, tanto para su nivel coordinador como para el nivel de ayudante.

(Fuente: Elaboración propia.)



Sistemas de información

Una de las condiciones más importantes en la adhocracia operativa es contar con buenos canales para la comunicación y coordinación del equipo, por lo que las vías informales cobran suma relevancia en esta sección, ya que normalmente son rápidas y ágiles, más allá de que se trate de dejar cosas escritas y estipuladas para favorecer la trazabilidad de los temas tratados.

Respecto a los sistemas definidos con anterioridad, en la sección 5.8, particularmente en sistemas de información, se considera importante contar con al menos los siguientes:

1. Sistemas de procesamiento de transacciones. Aplicado a la gestión de horarios y fechas para capacitaciones presenciales, gestión de disponibilidad de máquinas y salas para sus reservas, y para la inscripción de proyectos. Todo esto se unificará en el portal *Classroom* que se está desarrollando internamente en el equipo de TI del laboratorio.
2. Sistemas de información gerencial. Se aplica principalmente al subsistema de reportería, informes y análisis de KPI's (finanzas), inventario (operación y logística)), capacitaciones (operación y logística), y en proyectos cuando se deban generar informes de avance periódicos. La idea sería utilizar las mismas prestaciones tanto de *ClickUp* (aplicación web gratuita para el manejo, planificación y seguimiento de tareas en equipo) para la reportería y control de avance en proyectos, como de *Classroom* para evaluar el desempeño de las capacitaciones. Adicionalmente, se planea desarrollar un espacio de intranet en la página web del laboratorio, donde se pueda ir alimentando con información relevante de presupuesto, inventario, mantenciones, y ventas para procesar y mostrar de forma



gráfica, mediante un *dashboard* dinámico, los principales resultados y variables de interés para la dirección.

3. Sistemas de colaboración empresarial. La suite de *Google Workspace* permite el acceso coordinado a información relevante para todo el equipo, y a su vez, permite modificar los niveles de permisos que hay entre las diferentes carpetas y aplicaciones disponibles. Ahora bien, para la exhibición y divulgación de las metas y tareas para la colaboración del equipo, se seguirá utilizando la aplicación *ClickUp*, ya que ha funcionado de muy buena forma, es intuitiva, gratuita, y está en constante actualización, agregando diferentes prestaciones y funciones útiles.

Por otra parte, a un nivel más funcional, la persona que desempeñe el cargo de coordinador podrá estipular las vías de comunicación que estime convenientes para la comunicación interna de su equipo, teniendo las facultades de desarrollar, implementar y documentar protocolos formales para las actividades propias del área.

Por ejemplo, en el área de finanzas se puede diferenciar tipos de interacciones con las instancias oficiales de la administración universitaria, o de la dirección del laboratorio, y detallar formalmente la manera en que se administra el correo según sea el caso. De esta forma, para los procesos de facturación y rendición de gastos, cada tema se debe tratar exclusivamente dentro del mismo hilo de correos para mantener la trazabilidad, en vez de recopilar cierta cantidad de documentos para enviarlos a firma, como se hace para procesos de adquisición.

Sistemas de producción

Los sistemas de trabajo se dividen en 2 principalmente; uno es del tipo lineal, o de flujo continuo, en el que se facilita un espacio, formación y asesoría a los usuarios del

laboratorio, y el otro un sistema por proyecto, o bajo pedido, donde se diseñan y fabrican piezas y partes.

A continuación se ilustra el modelo operativo del FabLab UTFSM, donde se identifican las dos actividades fundamentales de su funcionamiento, junto con sus elementos de entrada (Lineamientos estratégicos, Requerimientos externos, Insumos), elementos de salida (Producciones pre serie, Producciones *One Off*, Producciones piloto, Prototipos), procesos de conversión (A1 y A2) y recursos (Maquinaria, Instalaciones, Animadores).

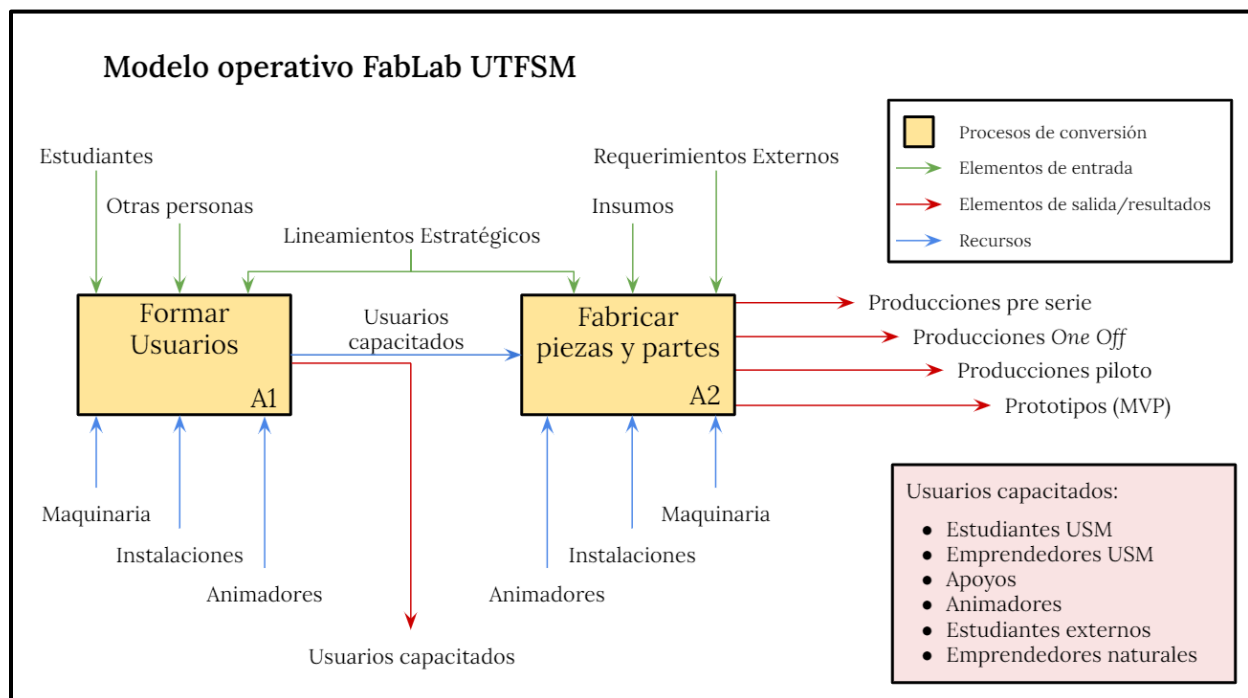


Ilustración 19: Modelo operativo del FabLab UTFSM.
(Fuente: Adaptación propia a partir de Manterola M., 2019.)

Para la actividad 1 (A1) de formar usuarios, el sistema de trabajo sería más bien rutinario, pues requiere un bajo grado de creatividad y criterio personal, tomando en consideración que se busca estandarizar los procesos de capacitación. El número de excepciones es bajo, dado que hay máquinas limitadas en el laboratorio.



En cuanto a la actividad 2 (A2) de fabricar piezas y partes, el sistema de trabajo sería más bien no rutinario, pues requiere de un alto grado de creatividad y muchas excepciones, al tener que diseñar y ver la factibilidad de cada modelo solicitado, junto con el acompañamiento de cada proyecto asociado.

Para A1, la tecnología de producción, que habla del grado de estandarización y automatización de las tareas, se busca que sea finalmente del tipo automatizada o de proceso, pues el objetivo es virtualizar las capacitaciones de las máquinas más fáciles de usar y solo intervenir para dar mantención a la plataforma educativa, de forma tal que las personas puedan acceder a ella en cualquier momento, y llenar un formulario a modo de evaluación para diagnosticar si se encuentra en condiciones de operar la máquina, y luego, realizar una prueba práctica para declarar su competencia en el uso de las mismas. Para máquinas más complejas o riesgosas, se haría uso de tecnologías de producción de masa, o mecanizada, donde se imparte una capacitación conocida, y quien la imparte se puede apoyar en una presentación y esquema estandarizado, de esta forma solo debe realizar unas pocas operaciones *in situ* con la persona que está recibiendo la capacitación.

Para la actividad A2, normalmente se haría uso de tecnologías de producción por unidad, o artesanal, pues quien opera la máquina para fabricar piezas o partes interviene en todo el proceso, maneja varias herramientas y se hace un producto a la vez, iterando los resultados a medida que se va fabricando y logrando el producto final.

Cultura Organizacional

Un extracto de las Normas de convivencia equipo FabLab UTFSM, creado a partir de la aplicación práctica de esta tesis, define su cultura de la siguiente forma:



“Como FabLab UTFSM buscamos ser un espacio colaborativo, abierto, respetuoso, inclusivo y seguro para las personas que quieran formar parte de él. Esto supone un especial interés en la forma con que los miembros del equipo se desarrollan y vinculan con toda persona usuaria del espacio, sobre todo centrándose en los siguientes aspectos:

1. Adultos conscientes de su libertad responsable, en torno a sus derechos y deberes.
2. Un equipo con autonomía, proactividad, confianza y transparencia.
3. Compromiso con la integridad del laboratorio, tanto para sus elementos como para su imagen y sus integrantes.
4. Motivación por mantener viva la curiosidad para aprender, y la vocación por compartir los conocimientos aprendidos.”

En cuanto a la parte de la cultura enfocada a la administración interna del equipo, más específicamente a la gestión del conocimiento, se busca instalar la costumbre de documentar los procesos de administración de cada área y propiciar las instancias en las que se desarrolla la inteligencia emocional entre pares, con el objetivo de que se pueda digerir e integrar de mejor manera los comportamientos deseables dentro del capital humano. Generar conocimiento es algo clave hoy en día. A diferencia de la “organización enfocada en la eficiencia”, la “organización que aprende” depende sustancialmente de que sus integrantes aprendan unos de otros. Esto aplica a habilidades blandas y sociales, autoconocimiento de habilidades y autoconfianza, técnicas de productividad, metodologías de trabajo, entre otras.

Relaciones interorganizacionales

Lo primero para la definición de la postura del FabLab UTFSM respecto a sus relaciones interorganizacionales es enfatizar los ánimos de colaboración que presenta.



Como se planteó en los objetivos del intento estratégico, una forma de cumplir con la meta oficial de escalamiento es fomentar y fortalecer las relaciones con los centros basales de investigación. Nuevamente, la colaboración resulta clave en estas instancias, pues de ninguna forma se compite de forma destructiva con las unidades que pertenecen a la misma institución. Al contrario, se presentan oportunidades para aprovechar sinergias entre unidades que impulsan y financian el emprendimiento, la innovación y la investigación, y el FabLab, que es un espacio para poner en práctica conocimientos teóricos y desarrollar prototipos.

FabLab UTFSM nació como una iniciativa estudiantil el 2013, y ha sido la única que ha logrado escalar lo suficiente dentro de la orgánica universitaria como para obtener un espacio físico y reconocimiento de la rectoría universitaria. Es por esto que resulta ser un vínculo perfecto entre iniciativas estudiantiles e instancias más formales de la universidad. Ante esto, el laboratorio siempre intentará impulsar las iniciativas estudiantiles que busquen acceso a la tecnología, promuevan la educación, o que intenten mejorar la calidad de vida de las personas. Que el laboratorio de facilidades para el uso y desarrollo de las iniciativas, a cambio de una retribución en servicios (orden, documentación o difusión), significa aumentar la tasa de ocupación del laboratorio, y además, buenas referencias de las partes beneficiadas.

FabLab UTFSM es de los pocos laboratorios en la RM, y en Chile, que cuenta con un Lab Manager certificado por la *Fab Academy*. Si se deseara explotar esta cualidad, sería posible realizar cursos y capacitaciones promovidos a través de la Red Chilena de FabLabs. Mantener un vínculo activo y vigente, buscando la colaboración entre laboratorios es algo que no implica un costo monetario, sino más bien dedicar algo de tiempo y ganas en comunicación. También se promueve el compartir información.



Por último, se busca potenciar las relaciones de colaboración entre el laboratorio y municipalidades, centros educacionales, y organizaciones territoriales, dado que son una muy buena forma de hacer cumplir la meta estratégica de escalamiento, permitiendo que con esfuerzos en conjunto se pueda llegar a más personas que busquen aprender y desarrollar proyectos, herramientas y conocimientos de base científico-tecnológica.

Políticas de recursos humanos

FabLab UTFSM se encuentra inserto en un ambiente regulado por normas de convivencia, reglamentos de derechos y deberes. Las personas que se contratan en la Universidad aceptan los códigos de conducta y ética que la misma promueve y divulga constantemente, de igual forma que las políticas de recursos humanos.

Además de adscribirse y adoptar la totalidad de las políticas de recursos humanos de la Universidad, se crean ciertas normas de convivencia adicionales en el FabLab UTFSM. Los principales puntos que se estipulan son:

1. Derechos, deberes y obligaciones.

- a. Obligación de respetar las reglas del Lab Manager y Director.
- b. Deber de desempeñar de forma honesta las tareas que se le asigna a cada ayudante.
- c. Derecho al uso responsable de las instalaciones, y a la libertad de expresión total.
- d. Razonamiento crítico sobre los procesos y tareas, buscando constructivamente la mejora continua de la organización.
- e. Actuar con prudencia y siempre teniendo en cuenta que se está representando al laboratorio.



- f. Tener conductas y actitudes que contribuyan al desarrollo y prestigio de FabLab, absteniéndose de participar en actos internos o externos, que puedan dañarla o menoscabarla.
- g. Mantener un trato respetuoso con cada uno de los miembros de la comunidad, tanto en actividades dentro del recinto FabLab como en actividades de representación fuera de él.
- h. Deber de usar la indumentaria oficial FabLab al momento de estar en turno.

2. Comunicación efectiva.

La comunicación es la base fundamental para todo equipo, de esta forma, se busca que cualquier miembro del equipo pueda expresar sus necesidades de forma abierta y desprejuiciadamente. De la misma forma, cualquier miembro del equipo debe comunicar de forma respetuosa si alguna situación le llamó la atención, siempre tratando de dejar claros los hechos para que se tome conocimiento de lo ocurrido, y de esta forma, se ponderen de la mejor forma los sentimientos que se hayan podido generar a raíz de dicha situación. La retroalimentación entre quienes integran este espacio es la mejor forma de evolucionar orgánicamente.

3. Uso correcto del laboratorio.

- a. Espacios: Mantener orden, respetar al resto de personas que está trabajando, no destruir las dependencias.
- b. Todo uso de maquinarias está sujeto a las siguientes condiciones:
 - La persona que utilice una máquina debe estar capacitado y validado en el registro.
 - Cada uso de maquinaria debe ser registrado en la hoja correspondiente.



- En el caso de que sea la primera vez que una persona capacitada hace uso de una máquina, esta debe ser supervisada por un ayudante.
 - Para el caso de la impresora 3D, se cobra por gramo o se da la opción de que el estudiante traiga su material.
 - Para el caso de todas las otras máquinas, se le pide al estudiante traer material. En caso de que haya material en el laboratorio, se le cobra según lo informado previamente.
- c. Herramientas: Velar por usar correctamente las herramientas, para lo que están pensadas y no usar, por ejemplo, una escofina para martillar. No robar las herramientas que se ponen a disposición de la comunidad, en caso de necesitar sustraer alguna herramienta del laboratorio, dejar en prenda algún documento identificadorio.
- d. Acceso a la información: Al desenvolverse en este entorno, es posible que alguien tenga acceso a información confidencial. El uso correcto del laboratorio implica que se debe ponderar estas situaciones, y no dejarse llevar por las posiciones de autoridad privilegiadas, tanto como ayudantes o como participantes o colaboradores.
- e. Medidas de seguridad: No queremos accidentes, y queremos mantener el estado de “cero lesiones”. Si bien es obligación de cada participante usar los EPP correspondientes, los ayudantes tienen total autoridad para exigir el uso del mismo, y en caso de no acatar, se puede solicitar el abandono del lugar.

4. Aprender y democratizar el conocimiento.

Se impulsa a cada ayudante y miembro de FabLab a prestar ayuda a todo aquel que acuda a FabLab en busca de conocimientos, sin embargo, se debe dejar en claro que por



parte de FabLab solo se entregan las habilidades básicas para el uso de maquinarias o técnicas, de ahí en más queda en el usuario el cómo poder desarrollar sus habilidades.

Se busca instaurar una mentalidad de cooperación y coformación dentro de la comunidad FabLab. Cuando se aprende algo en el laboratorio, se espera que ese conocimiento quede circulando dentro del mismo, independiente de si luego es aprovechado fuera.



7. CONCLUSIONES

La tecnología avanza a pasos vertiginosos. Cada vez más personas tienen acceso a internet y herramientas de fabricación digital, y en Chile, por sus características topodemográficas, la centralización en torno a la capital es evidente, pero su población presenta ánimos de empoderar a las regiones para descentralizar al país. Todo esto podría fomentar la creación de nuevos FabLabs a lo largo de todas las regiones de Chile, pero es necesario que se implementen de forma ordenada y planificada, de forma tal que puedan gozar de un crecimiento orgánico. El diseño organizacional regula el flujo de información en una organización, e influencia su habilidad de respuesta ante todo tipo de cambio, por lo que es crucial para que las operaciones y estrategias puedan llevarse a cabo. El diseño organizacional va a estar siempre presente de una forma u otra, la cosa es que se abarque de forma intuitiva y natural, o intencionada y planificada.

Integrando los modelos organizacionales de Mintzberg, aspectos de dirección estratégica de Porter, el proceso estratégico de Daft, y el procedimiento propuesto por Bermúdez de diseño organizacional, se pudo desarrollar una metodología para que los Laboratorios de Fabricación Digital, u otro tipo de organización afín, en Chile puedan conocer, concretar, crear, formalizar, modificar o actualizar su diseño organizacional.

Mediante el levantamiento de información primaria, realizado en visitas a 8 de los 11 FabLabs en la Región Metropolitana, dentro de un total de 20 en Chile, fue notorio que no existe una estructura organizacional base que aplique a todos los FabLabs de Chile, ya que los objetivos e integrantes de cada uno difieren sustancialmente. Sin embargo, lo que sí se pudo observar en común, es que se desenvuelven normalmente en ambientes complejos, requieren alta especialización horizontal de labores, alto entrenamiento y desarrollo del personal, tienden a descentralizar el poder dentro de la organización, y para



que sus profesionales y expertos puedan trabajar de la mejor manera, se sugiere poca formalización tanto en el comportamiento como en los procesos (sobre todo comunicativos). Debido a lo anterior, al desarrollar la metodología propuesta, se pudo entender que, dependiendo de estos factores de contingencia y los parámetros de diseño propios, los FabLabs normalmente van a tender a estructurarse como burocracias profesionales, o bien, como adhocracias principalmente operativas.

En base a las estructuras de Mintzberg propuestas como referencia, se pudo desarrollar los aspectos que componen la cultura, estructura, sistemas de información, estrategia, tareas y roles deseables para espacios de fabricación digital, junto con los principales procesos que comúnmente se pueden encontrar en FabLabs.

Se aplicó la metodología propuesta al FabLab UTFSM, donde se pudo caracterizar el entorno respecto a sus factores contingenciales, la situación interna con sus recursos, capacidades, sistemas y principales procesos, definir y formalizar la visión, misión, metas operativas y estrategias. Respecto a lo estructural, se propone utilizar el diseño organizacional de las adhocracias operativas, ya que se encuentra en un entorno dinámico y complejo, se enfoca en la innovación y la manufactura de prototipos personalizados, lo que hace que se deban propiciar ambientes creativos dentro de la organización mediante la descentralización en la toma de decisiones y contando con canales de coordinación y comunicación simples y ágiles, de esta forma, se minimizan los impedimentos al momento de postular ideas, lo cual concuerda absolutamente con la visión: *Ser un espacio abierto, inclusivo, respetuoso y seguro donde no existan barreras entre las ideas y la creación.*



8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tomando en consideración que esta propuesta se enfoca en una organización principalmente clásica en su operar, sería interesante ver cómo se adecúan las estructuras y modelos de Mintzberg a la era digital, añadiendo el control remoto y virtual de las máquinas, y cómo esto aumentaría la necesidad de inyectar recursos a la tecnoestructura para facilitar las interacciones con usuarios y clientes.

Por otra parte, como la mayoría de los FabLabs están insertos en una instancia superior, principalmente universitarias, queda pendiente una aplicación según cada caso enfocada en la gestión de los procesos, control de calidad, automatización y/o estandarización, teniendo siempre en consideración la libertad que requieren las adhocracias y burocracias profesionales, pero que al funcionar dentro de otra organización, generalmente burocrática en algún grado, queda muchas veces supeditada a sus protocolos.

Por último, pero no menos importante, hay un gran desafío en desarrollar un modelo de sustentabilidad económica que permita aprovechar el gran potencial del FabLab UTFSM, desarrollando proyectos que ayuden a cumplir la principal meta oficial descrita en la correspondiente sección de intento estratégico aplicado, considerando la estructura propuesta en el desarrollo de esta memoria.



9. REFERENCIAS

- Avansis (2020). *Industria 4.0*. Revisado el 12 de enero de 2022. <https://www.avansis.es/industria-digital-2/>
- Banco Central (s.f.). *Cuentas Nacionales Trimestrales*. Consultado el 11 de abril de 2022. <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/cuentas-nacionales-trimestrales>
- Banco Central (2022, 26 de enero). *En su Reunión de Política Monetaria, el Consejo del Banco Central de Chile acordó incrementar la tasa de interés de política monetaria en 150 puntos base, hasta 5,5%. La decisión fue adoptada por la unanimidad de los Consejeros presentes*. <https://www.bcentral.cl/contenido/-/detalle/comunicado-rpm-enero-2022>
- Barney, J.B. (1997). *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*. Addison-Wesley.
- Becerra, B. (2021, 11 de diciembre). *Consumo de internet en el mundo aumentó 19,5% durante la pandemia de covid-19*. La República. <https://www.larepublica.co/consumo/consumo-de-internet-en-el-mundo-aumento-195-durante-la-pandemia-de-covid-19-3274945>
- Bermúdez, P. (2012). *Etapas del Diseño Organizacional*. Consultado el 08 de enero de 2022. https://enfoquecomercialmyp.blogspot.com/2012/10/etapas-del-diseno-organizacional_10.html
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2019, junio). *Descentralización en Chile: Avances y temas pendientes*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27720/1/BCN_Estado_Descentralizacion_Chile_2019_def.pdf
- Boricpresidente, (s.f). *Propuestas programáticas – Economía*. Consultado el 06 de abril de 2022. <https://boricpresidente.cl/propuestas/econom%C3%ADa/>
- Burton, R. M., Eriksen, B., Hakonsson, D. D., & Snow, C. C. (2006). *Organization design: The evolving state-of-the-art* (R. M. Burton, D. D. Håkonsson, B. Eriksen, & C. C. Snow, Eds.; 2006th ed.). Springer.

- Cavalcanti, G. (2013, 22 de mayo). *Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab?* <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>
- Centro de Innovación UC (s.f.). *La Reactivación De La Red Chilena De FabLabs*. Consultado el 04 de octubre de 2021. <https://centrodeinnovacion.uc.cl/la-reactivacion-de-la-red-chilena-de-fablabs/>
- CEUPE (s.f.). *La teoría de los recursos y capacidades en la Dirección Estratégica*. Consultado el 20 de abril de 2022. <https://www.ceupe.com/blog/recursos-y-capacidades-direccion-estrategica.html>
- Chileconvención (2022). *MODELO ECONÓMICO, LIBERTAD DE EMPRENDER Y FOMENTO DE MIPYMES - Iniciativa N° 22.338*. Consultado el 11 de abril de 2022. https://plataforma.chileconvencion.cl/m/iniciativa_popular/detalle?id=22338
- Chin, A. (2010). *Herfindahl-Hirschman Index Calculator*. Consultado el 05 de abril de 2022. <http://unclaw.com/chin/teaching/antitrust/herfindahl.htm>
- Cutcher-Gershenfeld, J., Gershenfeld, A., & Gershenfeld, N. (2018). Digital Fabrication and the Future of Work. *LERA: Perspectives on Work*, 22(1), 8-13. <http://www.lerachapters.org/OJS/ojs-2.4.4-1/index.php/LERAMR/article/view/3221>
- Cutcher-Gershenfeld, J., Gershenfeld, A., & Gershenfeld, N. (2021). The Promise of Self-Sufficient Production. *MIT Slogan Management Review*, 62(2), 66-73. <https://mitsmr.com/36s4OYs>
- Conger, J. A., & Kanungo, R. N. (1988). "The Empowerment Process: Integrating Theory and Practice". *Academy of Management Review* 13(3), 471-482. <https://doi.org/10.2307/258093>
- Colegrove, P. (2013). *Editorial board thoughts: libraries as makerspace?* *Information Technology and Libraries*, 32(1), 2-5.
- Daft, R. L. (2011). *Teoría y diseño organizacional* (10th ed.) (Meza Staines, G., Mavri Hernández, M. E., trads.). Cengage Learning.
- Datosmacro (s.f.). *IPC de Chile*. Consultado el 11 de abril de 2022. <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/chile?sector=IPC+General&sc=IPC-IG>

- Delgado, P. (febrero, 2022). *Transformación digital: Un cambio necesario con desafíos estratégicos*. Entrevista Portal Innova. <https://portalinnova.cl/transformacion-digital-un-cambio-necesario-con-desafios-estrategicos/>
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In M. Honey & D. E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7–16). New York: Routledge.
- Dougherty, D. (2016). *Free to make: Make: How the Maker Movement Is Changing Our Schools, Our Jobs, and Our Minds*. North Atlantic Books.
- Espinoza, M. (2019, 28 de mayo). *¿Cuáles son las ventajas de la Fabricación Digital?*. Krear3d. <https://krear3d.com/blog/noticias/cuales-son-las-ventajas-de-la-fabricacion-digital/>
- European Commission, Directorate-General for Energy, Directorate-General for Enterprise and Industry, (2014). *Ecodesign your future : how ecodesign can help the environment by making products smarter*. <https://data.europa.eu/doi/10.2769/38512>
- Fab Foundation. (s.f.). *About the Fab Foundation*. Consultado el 29 de septiembre de 2021. <https://fabfoundation.org/about/#about-intro>
- Fab Foundation. (s.f.). *Getting Started With Fab Labs*. Consultado el 29 de septiembre de 2021. <https://fabfoundation.org/getting-started/>
- Fab Foundation. (s.f.). *Getting Started With Fab Labs*. Consultado el 29 de septiembre de 2021. <https://fabfoundation.org/getting-started/#fab-lab-questions>
- Fablabs.io (s.f.). *Fab Lat*. Consultado el 04 de octubre de 2021. <https://www.fablabs.io/organizations/fab-lat>
- Fablabs.io (s.f.). *FabLab Network: About Us*. Consultado el 04 de octubre de 2021. <https://live.fablabs.io/>
- Forest, C. R., Moore, R. A., Jariwala, A. S., Fasse, B. B., Linsey, J., Newstetter, W., Ngo, P., & Quintero, C. (2014). *The invention studio: A university maker space and culture*. *Advances in Engineering Education*, 4(2), 1–32.



- Fressoli, M. y Smith, A. (2016). Impresiones 3D y fabricación digital: una nueva revolución tecnológica? *Integration and Trade Journal*, 39. pp. 116-129. ISSN 1026-0463. <https://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/58042/>
- Gallardo, J. (2019). *Propuesta De Plan De Mantenimiento En Activos Críticos De Fablab Universitario*. [Tesis de pregrado no publicada]. Departamento de Mecánica. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Hamel, G., Prahalad, C. K. (2005). Strategic Intent. *Harvard Business Review*, 148-161. Recuperado el 16 de diciembre de 2021 desde <https://hbr.org/2005/07/strategic-intent>
- Hellriegel, D., Jackson, S. E., & Slocum, J. J. W. (2009). *Administración: Un enfoque basado en competencias*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Ikeda, K. (1965). Modern organizations. *Social Forces*, 44(1), 121-123. <https://doi.org/10.2307/2574836>
- Interaction Design Foundation. (s.f.). *Prototyping: Your Constantly-Updated Definition Of Prototyping And Collection Of Topical Content And Literature*. Consultado el 26 de septiembre de 2021. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/prototyping>
- Instituto Nacional de Estadísticas (2019). *Cuadros estadísticos – Proyección base 2017*. https://www.ine.cl/docs/default-source/proyecciones-de-poblacion/cuadros-estadisticos/base-2017/ine_estimaciones-y-proyecciones-2002-2035_base-2017_region_base.csv?sfvrsn=1c01d705_8&download=true
- Johns, J. (2018, 18 de diciembre). *FabLab Guide: How to set up your lab and maximise its impact*. https://issuu.com/j_johns/docs/bu_fablabs_document_final
- Kostakis, V., Niaros, V., & Giotitsas, C. (2015). Production and governance in hackerspaces: A manifestation of Commons-based peer production in the physical realm? *International Journal of Cultural Studies*, 18(5), 555-573. <https://doi.org/10.1177/1367877913519310>
- Kotter, J. P. (1999). What Effective General Managers Really Do. *Harvard Business Review*. Recuperado el 16 de diciembre de 2021 desde <https://hbr.org/1999/03/what-effective-general-managers-really-do>



- Lamancusa, J. S. (2006). "The Reincarnation of the Engineering "Shop"." (pp. 849–857)
- Laudon, K. C. & Laudon, J. P., (2012). *Sistemas de información gerencial*. 12ª. Edición. Ed. Pearson. 557 pág.
- López, R. (2021, 12 de diciembre). *Retiros de AFP e inflación*. El Mostrador. <https://www.elmostrador.cl/destacado/2021/09/12/retiros-de-afp-e-inflacion/>
- Manterola, M. (2019). *Apoyo a la formulación de estrategias de posicionamiento, desarrollo y crecimiento del Laboratorio FABLAB UTFSM*. Autor.
- Mascarenhas, B., Baveja, A., & Jamil, M. (1998). Dynamics of Core Competencies in Leading Multinational Companies. *California Management Review*, 40(4), 117–132. <https://doi.org/10.2307/41165967>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (s.f.). *Misión y Visión*. Consultado el 11 de abril de 2022. <https://www.minciencia.gob.cl/el-ministerio/mision-y-vision/>
- Ministerio de Salud (2022, 5 de abril). *Ministerio de Salud presenta el nuevo Plan "Seguimos cuidándonos, Paso a Paso", para afrontar la nueva etapa de la pandemia*. <https://www.minsal.cl/ministerio-de-salud-presenta-el-nuevo-plan-seguimos-cuidandonos-paso-a-paso-para-afrontar-la-nueva-etapa-de-la-pandemia/>
- Mintzberg, H. (1978). *The Structuring of Organizations: a synthesis of the research*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Mintzberg, H. (1981, enero). *Organization Design: Fashion or Fit?* Harvard Business Review 59. (pp. 103-116). <https://hbr.org/1981/01/organization-design-fashion-or-fit>
- National Academy Of Engineering. (2004). *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*. In Engineering.
- Navas, J.E.; Guerras, L.A. (1998). *La Dirección Estratégica de la Empresa. Teoría y Aplicaciones*. Civitas.
- O'Dea, S. (2022, 23 de febrero). *Number of smartphone subscriptions worldwide from 2016 to 2027 (in millions)*. Statista.

<https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

- OECD y Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4ta Edición)*. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages*. Edward Elgar Publishing.
- Perrow, C. (1961). The Analysis of Goals in Complex Organizations. *American Sociological Review*, 26(6), 854–866. <https://doi.org/10.2307/2090570>
- Perrow, C (1967). A Framework for the Comparative Analysis of Organizations. *American Sociological Review*, 32(2), 194-208. <https://doi.org/10.2307/2091811>
- Piccoli G. (2012) *Information Systems for Managers. Text & Cases*. 2ª. Edición. Ed. Wiley. John Wiley & Sons inc. 538 pág.
- Pilicita, D. F. (2019). *Estudio de factibilidad para el diseño y montaje de un laboratorio de fabricación digital para la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad Central del Ecuador*. [tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17355>
- Porter, M. (2008, enero). The Five Competitive Forces That Shape Strategy. *Harvard Business Review*, 78-93. Recuperado el 17 de noviembre de 2021 desde https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5048756/mod_resource/content/1/Porter-HBR.pdf
- Porter, M (1996, diciembre). What is Strategy? *Harvard Business Review*, 61-78. Consultado el 16 de diciembre de 2021. <https://hbr.org/1996/11/what-is-strategy>
- Porter, M. (1980). *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press.
- Seely, B. E. (1999). The other re-engineering of engineering education, 1900–1965. *Journal of Engineering Education* 89(3), 285–294.



- Silva, F. (2019). *Modelo De Negocios Para Un Laboratorio De Fabricación Digital Ubicado En La Región Metropolitana* [tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio USM. <https://hdl.handle.net/11673/49447>
- Sordo, A. (s.f.). *Sistemas de información en las empresas: tipos, funciones y ejemplos*. Consultado el 11 de mayo de 2022. <https://blog.hubspot.es/marketing/sistema-informacion>
- Stoelwinder, J. U., y Charns, M. P. (1981). The Task Field Model Of Organization Analysis and Design. *Human Relations*, 34(9), 743–762. <https://doi.org/10.1177/001872678103400902>
- Suarez, A. (2019). *Estudio De Factibilidad Para La Creación De Un Fab Lab En La Facultad Tecnológica De La Universidad Distrital Francisco José De Caldas* [tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11349/15562>
- Superintendencia de Pensiones (2022). *Retiros de fondos: sistema acumula 28,2 millones de pagos y un 93,6% de las liquidaciones por deudas de alimentos está al día*. Consultado el 11 de abril de 2022. <https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/w3-article-15232.html>
- Tetenbaum, T. J. (1998). Shifting paradigms: From newton to chaos. *Organizational Dynamics*, 26(4), 21–32. [https://doi.org/10.1016/s0090-2616\(98\)90003-1](https://doi.org/10.1016/s0090-2616(98)90003-1)
- The Welding Institute (s.f.). *What Is Rapid Prototyping? - Definition, Methods And Advantages*. Consultado el 26 de septiembre de 2021. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-manufacturing-what-is-rapid-prototyping>
- Wikipedia (s.f.). *Revolución industrial etapa cuatro*. Revisado el 11 de abril del 2022. https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_industrial_etapa_cuatro
- Woodward, J. (1965). *Industrial Organization: Theory and Practice*. Oxford University Press.

10. ANEXOS

10.1 Diagrama de problemas y objetivos

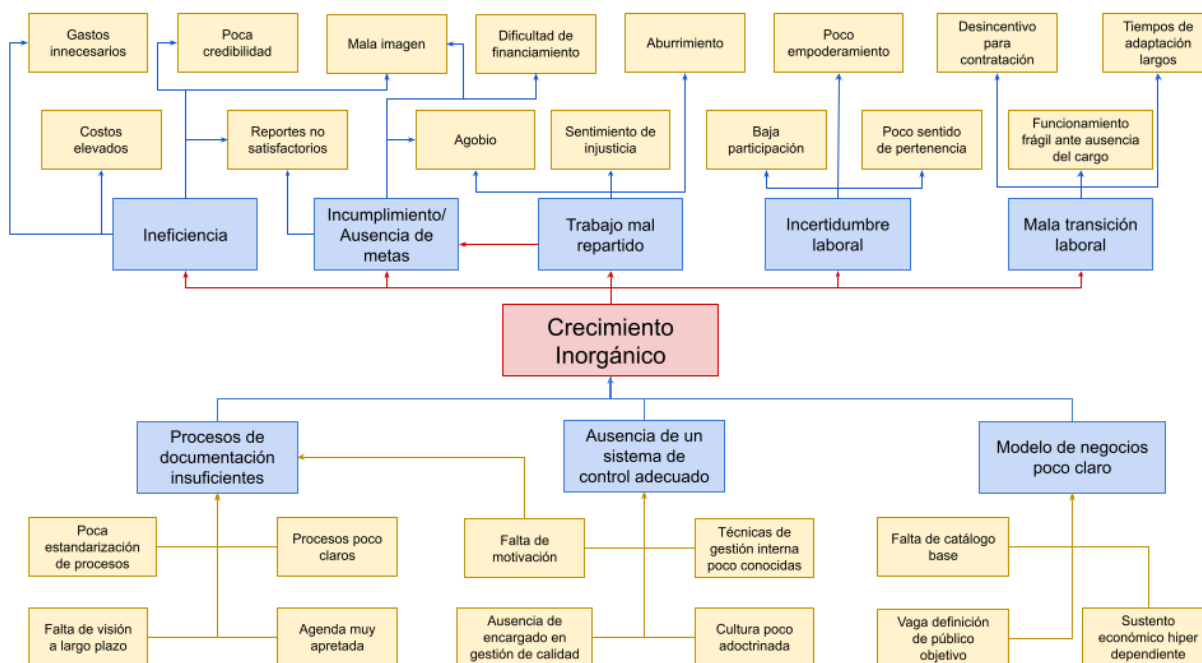


Figura 10.1.1: Árbol de problemas según método ZOPP.

Fuente: Elaboración propia.

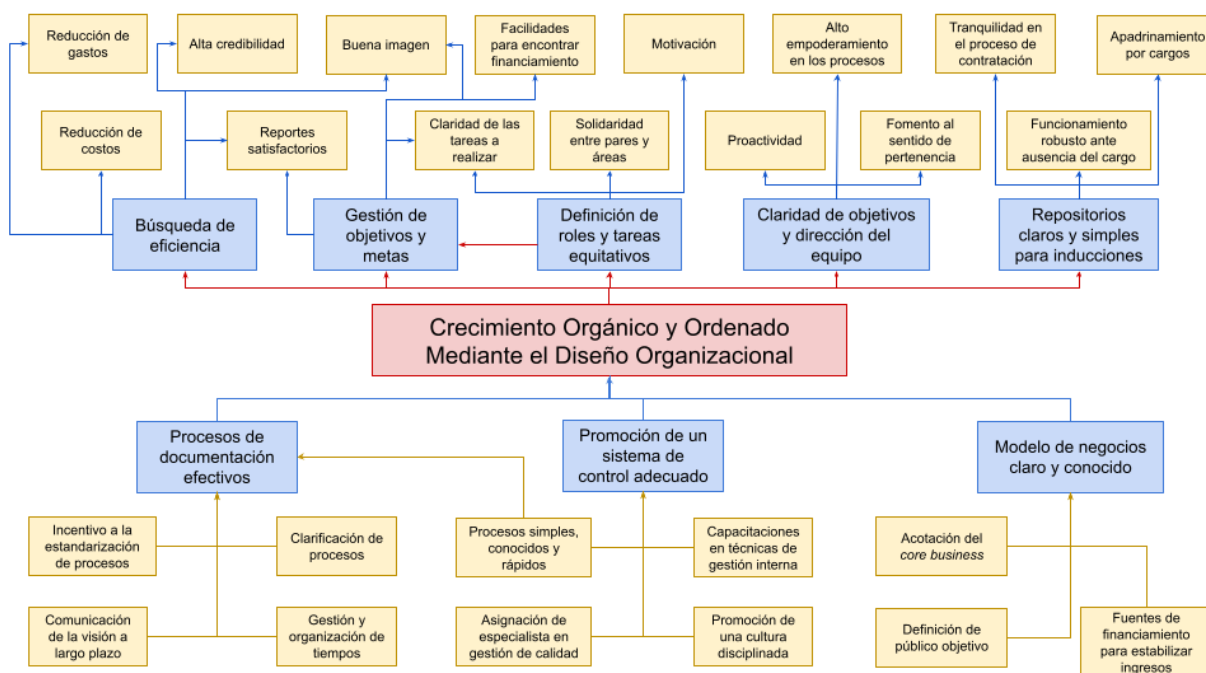


Figura 10.1.2: Árbol de objetivos según método ZOPP.

Fuente: Elaboración propia.



10.2 Diferencias entre espacios creativos

Existen diferentes tipos de espacios en los cuales se promueve el uso común y el acceso a herramientas para personas que quieran crear, arreglar o modificar objetos físicos. A la fecha, aún falta claridad en las distinciones de estos espacios y hay un espectro de variedades, pero se pueden identificar principalmente 4 tipos: *TechShop*, *FabLab*, *MakerSpace* y *HackerSpace*. Si bien hay ciertos autores que tratan estos conceptos como sinónimos debido a que, en efecto, comparten su definición más general enunciada al inicio del párrafo, los orígenes de estos 4 tipos de espacio son distintos, y por ende, también lo son sus características distintivas. Estas distinciones se enuncian con diversa formalidad y detalle dependiendo de quien las defina.

En un principio estaban los *HackerSpace*, los cuales son definidos por Kostakis, Niaros y Giotitsas, en base a como son administrados, como “lugares físicos dirigidos por la comunidad donde individuos inmersos en una etnia *hacker* se reúnen con cierta regularidad enlazando con proyectos creativos y significativos” (2014, p.3). Cabe aclarar que el concepto “*hack*” no se refiere necesariamente a la vulneración de un sistema de seguridad informático o virtual, sino más bien a la idea de tomar lo existente y darle un significado o uso diferente del que estaba pensado en un comienzo.

En Colegrove (2013) se segmentan estos espacios planteando que los *HackerSpace* le dan más énfasis a las computadoras y tecnología, y son particularmente atractivos para quienes trabajan en el área digital. Por otra parte, los *FabLab* están focalizados en la fabricación digital y son laboratorios específicamente equipados con herramientas y máquinas como cortadoras láser, impresoras 3d y fresadoras CNC. Gracias al análisis de Cavalcanti, G. (2013) se puede aclarar más esta distinción. En este documento, Gui



Cavalcanti señala que la distinción más fácil de reconocer es entre *TechShop* y *FabLab*, pues ambas son marcas registradas que funcionan como cierta especie de franquicia, donde se deben cumplir ciertos requerimientos de infraestructura en herramientas (físicas y virtuales) y/o modelos operativos. Las *TechShop* no son entidades sin fines de lucro, al igual que los *FabLab*, y se reconocen por ofrecer tecnología de punta de manufactura a cambio de cobros por membresía, siempre enfocados en brindar acceso público a variedad de áreas de confección apoyada por las facilidades de acceso a suficiente infraestructura de equipos.

En cuanto al espacio más global, se encuentran los *MakerSpace*, y estos son básicamente espacios que buscan ayudar a la mayor cantidad de creaciones posible, alcanzar el mayor nivel de impacto posible, ofreciendo un conjunto flexible de tecnologías y conceptos presentados por Dale Dougherty junto a *Make Corporation* y su organización sin fines de lucro *MakerEd* (Dougherty, 2013). De esta forma, tanto las *TechShop* como los *FabLab* vendrían siendo una subcategoría de un *MakerSpace*, sin embargo, según Cavalcanti (2013), el concepto de *MakerSpace* fue adoptado mucho tiempo después que las marcas de *FabLab* o *TechShop*.



10.3 Gobernanza Estudiantil

(espacios administrados por/abiertos para los estudiantes. Caso Georgiatech)

Diferentes instituciones de educación superior de renombre a lo largo y ancho del mundo se han aventurado a crear espacios de creación dirigidos por estudiantes. Un caso emblemático es el del Instituto de Tecnología de Georgia (*Georgia Tech*), donde “en el 2019 se reclutó el primer voluntario estudiante para gestionar lo que vendría a convertirse en el *Invention Studio*: un espacio para diseñar, construir y jugar dirigido por estudiantes y abierto para todos los estudiantes.” (Forest et al., 2014, p.7). En las conclusiones del artículo anteriormente mencionado, los autores destacan que los resultados del *Invention Studio* proveen evidencia diariamente de que los estudiantes de pregrado son capaces de mantener y desarrollar espacios de construcción y diseño con tecnología de punta, manteniendo siempre el balance de la cultura de acceso seguro.

En gran medida, lo que permite una gestión estudiantil de espacios de fabricación digital y uso de maquinaria de punta es la propia motivación y ganas de enseñar de los estudiantes. Al ofrecerles el intercambio entre uso de las instalaciones a cambio de horas de servicio para capacitar y guiar a sus pares, gran parte de los voluntarios aceptan con gusto, y son los primeros en motivar e inculcar la repsonsabilidad que significa formar parte de un espacio administrado por estudiantes como el mencionado.



10.4 Listado de máquinas por la Fab Foundation

- Máquinas de fabricación aditiva y sustractiva.
 - o Cortadora láser (con sistema de ventilación incluida), se utilizan para hacer estructuras 3D a partir de diseños 2D .
 - o Impresoras 3D: impresoras FDM e impresora de resina.
 - o Máquina CNC de alta resolución para hacer circuitos PCB.
 - o Router/Fresadora CNC para madera.
- Software:
 - o Software CAD (Diseño Asistido por Computadora) para 2D y 3D.
 - o Software CAM (Fabricación Asistida por Computadora).
 - o Aplicaciones para diseño y ensamblaje de circuitos, sensores y actuadores.
- Otros equipos:
 1. Equipos y fungibles de electrónica.
 2. Herramientas y materiales de trabajo carpintero.
 3. Scanner 3D, computadores de alta gama.



10.5 Referencias de Layout para FabLabs

En la FabLab Guide (Johns, 2018), se enumeran algunas preguntas que podrían ayudar a encaminar la elección y diseño del espacio:

6. ¿Cuánto espacio es necesario? ¿Cuánto presupuesto se tiene?
7. ¿Se quiere incluir componentes electrónicos, máquinas de alta precisión, y/o computadores de programación?
8. ¿Dónde se ubicará el equipamiento?
9. ¿Cómo se proyecta que los usuarios ocupen el espacio?
10. ¿Hay equipos que deberán ubicarse juntos o separados?
11. ¿Qué espacios adicionales se podrían ofrecer (máquina de café, por ejemplo)?
12. ¿Habrá espacio destinado a conversar y socializar?

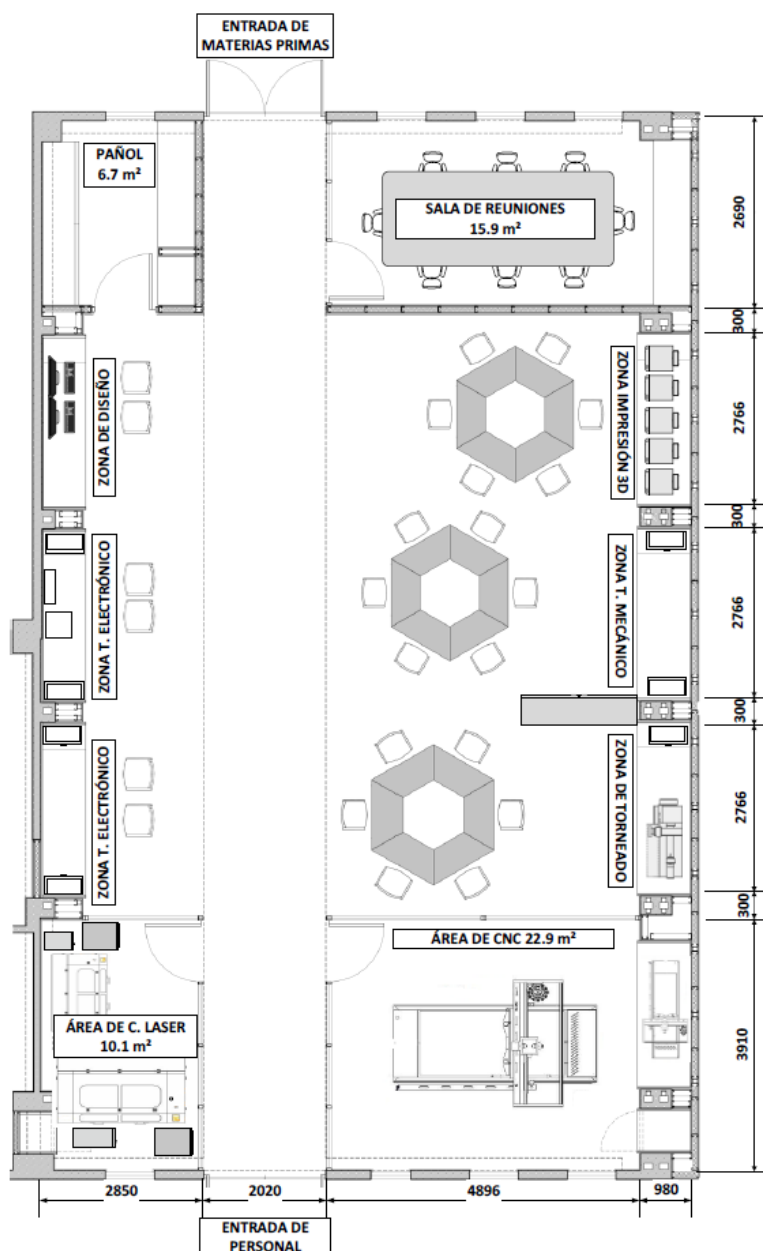


Ilustración 20: Propuesta de *layout* para FabLab UTFSM.

(Fuente: Gallardo, J. (2019). Propuesta De Plan De Mantenimiento En Activos Críticos De Fablab Universitario. [Tesis de pregrado no publicada]. Departamento de Mecánica. Universidad Técnica Federico Santa María)

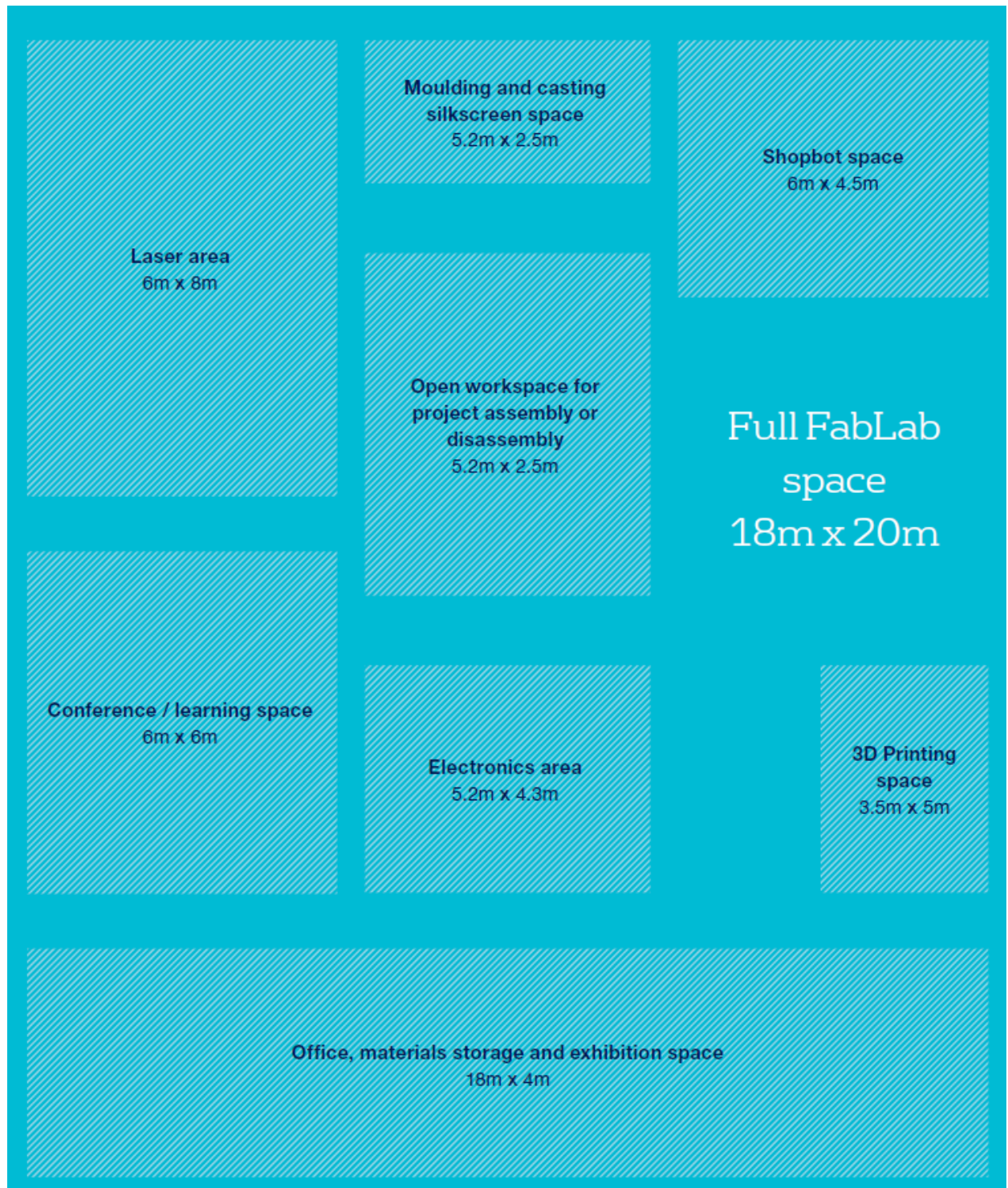


Ilustración 21: Propuesta de disposición básica de la FabLab Guide.

(Fuente: Johns, J. (2018, 18 de diciembre). FabLab Guide: How to set up your lab and maximise its impact.)

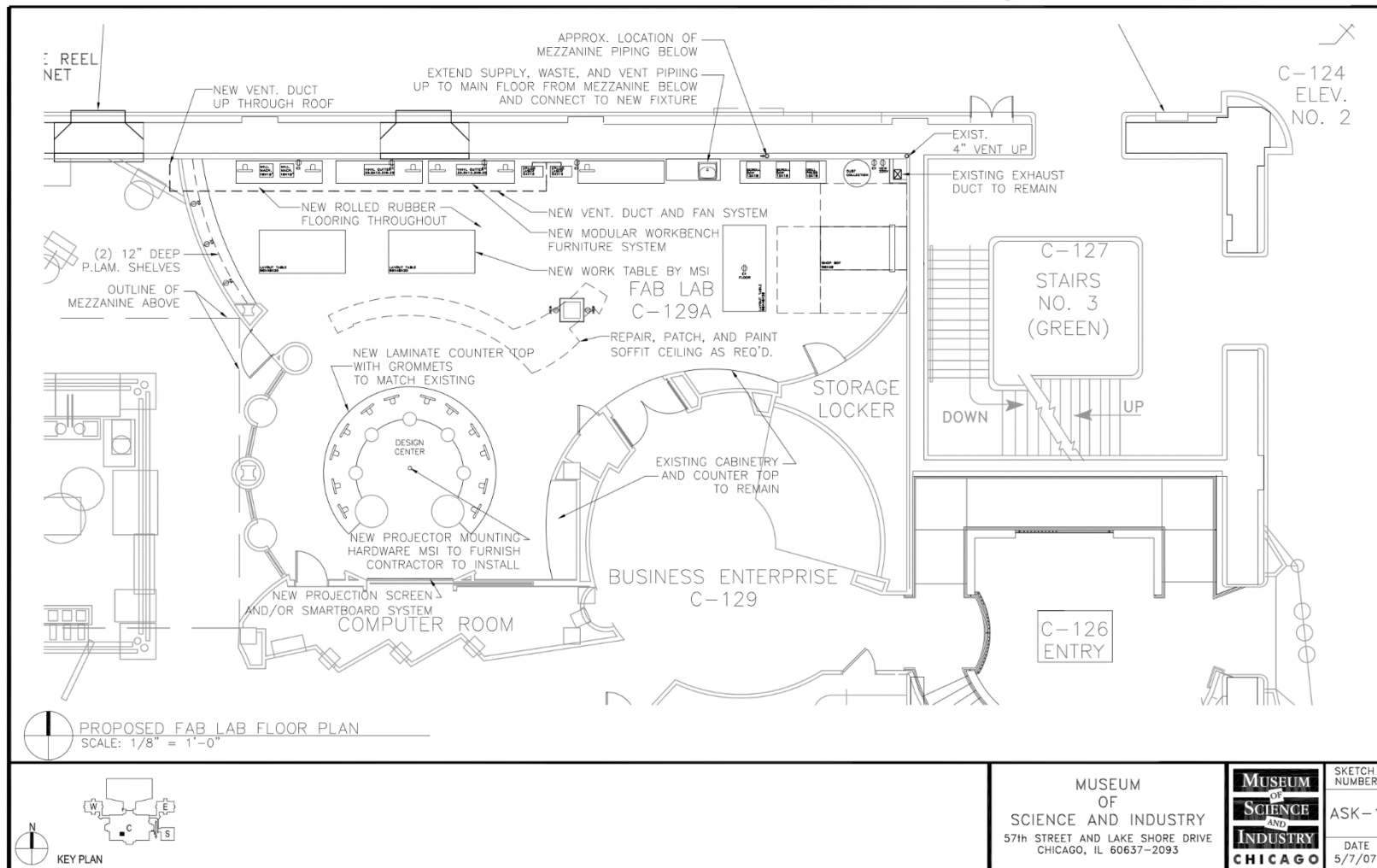


Ilustración 22: Propuesta de disposición para FabLab Chicago.

(Fuente: Fab Foundation. (s.f.). *Getting Started With Fab Labs*. Consultado el 29 de septiembre de 2021.)

10.6 Caracterización de Stakeholders

Grupo o institución	Función o actividad	Intereses	Fortalezas	Debilidades
Institución amparadora (Universidad, empresa, comunidad, municipalidad etc)	Difusión, representatividad, reputación	Generación de valor, aprendizaje, formación, servicios de prototipado y diseño, enriquecimiento de la oferta disciplinaria	Entrega a FL espacio físico, colaboración para actividades. Ve al laboratorio como algo innovador y, normalmente, puede expandir las redes de influencia y difusión por ser parte del mismo organismo.	Muchas veces es una organización burocrática y con intereses que pueden diferir de los objetivos principales del laboratorio. No siempre hay un representante que logre generar un nexo directivo para los lineamientos estratégicos.
Fondos públicos/privados	Financiamiento	Rentabilidad, impacto, fomento económico, desarrollo y crecimiento tecnológico	Financiamiento para nuevos proyectos y desarrollo de actividades de alto impacto.	Posee una limitación en el uso bajo lo estipulado en las bases de los fondos.
Staff	Operación y administración del laboratorio	Monetario, crecimiento, impacto, aprendizaje, desarrollo profesional	Grupo interdisciplinario, creativo, responsable y con una mentalidad que busca generar impacto social. Asiduos a la colaboración y trabajo en equipo.	En caso de ser estudiantes, el deber equilibrar responsabilidades académicas con laborales.

Voluntarios	Aumento de fuerza operacional circunstancial	Crecimiento, impacto, aprendizaje, ampliación círculo social	Motivación y entusiasmo para las instancias circunstanciales en las que se convocan.	Posibilidad de que los intereses personales no estén en línea con los del laboratorio. El vínculo básicamente depende de la motivación e interés del voluntario, por lo que significa un compromiso inestable.
Comunidad local	Receptores de proyectos, difusión, retroalimentación	Aprendizaje, promoción nuevas disciplinas, oportunidades de negocio	Permite llegar a un mayor público y descubrir el interés de la comunidad en temáticas de ciencia, tecnología y necesidades sociales. Mejora en proyectos dada la diversidad de comunidades.	Una comunidad local difiere mucho entre un lugar y otro, por lo que es muy poco estandarizable el comportamiento de esta.
Red Chilena de FabLabs	Difusión, representatividad, alianzas, intercambio de información y colaboración en general	Aprendizaje, información, coworking, compartición de procedimientos y prácticas, alianzas	Grupo colaborativo y abierto que comparte la cultura y recursos disponibles. Además, tiende a ser especialmente solidario con sus integrantes.	Agendas e intereses diferidos entre sus integrantes hace que no se pueda contar al 100% con su apoyo.
Emprendimientos	Uso y difusión del laboratorio, retroalimentación,	Buen servicio, accesible, económico, versátil, prototipado,	Permiten la colaboración entre iniciativas que tienen intereses en común, así como tener una mejora	El posible recelo a entregar su información y/o documentación por miedo a perder la



	alianzas, uso de talleres y servicios	coworking, aprendizaje	continúa en los proyectos.	originalidad de su proyecto.
Iniciativas	Uso y difusión del laboratorio, retroalimentación, alianzas, uso de talleres y servicios	Respaldo, aprendizaje, conexiones, difusión, apoyo, crecimiento, coworking	Usualmente se pide a cambio del apoyo brindado, ayudar a nutrir el portafolio de proyectos con sus consejos y documentación del proceso del proyecto realizado.	
Clientes miembros	Contratación de membresías, retroalimentación, uso de talleres y servicios	Buen servicio, excelencia, buen trato, disponibilidad, orden	Sustento económico más estable en el tiempo. Aporta dinamismo y actividad al laboratorio.	Gestionar el uso y reserva de espacios puede llegar a ser complicado con algunos miembros no tan colaborativos.
Clientes puntuales	Usuario de las instalaciones, retroalimentación, uso de talleres y servicios	Orientación, aprendizaje, prototipado, buen trato, transparencia	Sustento económico esporádico. Nutre la variedad de proyectos del laboratorio e inyectan ideas a los usuarios del laboratorio.	Su carácter intrínsecamente esporádico agrega variabilidad a los flujos de caja y utilización de los espacios.
Municipio	Difusión, fomento, financiamiento, alianzas	Aprendizaje, promoción de nuevas disciplinas, oportunidades de negocio, desarrollo y	Ente público con gran interés en difundir las actividades realizadas dentro de su territorio de jurisdicción. Tiene acceso a buenas redes de difusión.	Alcance limitado solo a su territorio.



crecimiento tecnológico				
Otros laboratorios	Fuentes de información, compartición de procedimientos y prácticas, alianzas	Fuentes de información, compartición de procedimientos y prácticas, alianzas	Procesos modularmente similares. Disposición a la colaboración y posibilidad de encontrar sinergias entre los proyectos desarrollados.	La posibilidad de ser demasiado similares puede disminuir la variedad de procesos a los cuales acceder.

Tabla 11: Caracterización detallada de *stakeholders* acorde al interés que despierta en el FabLab, el interés recíproco que significa para el actor, y las fortalezas y debilidades de la relación de interés.

(Fuente: Elaboración propia.)

10.7 Cambio Organizacional Planificado



Ilustración 23: Proceso del cambio organizacional planeado.

(Fuente: Hellriegel (2009))

10.8 Nuevo plan Paso a Paso 2022

Fase	Uso de mascarilla	Aforos	Eventos masivos	Exigencia pase de movilidad
Bajo impacto	Espacio cerrado: Obligatorio. Espacio abierto: Solo si no se puede mantener 1 metro de distanciamiento.	Sin Restricción.	Sin Restricción.	Solamente en espacios cerrados.
Medio impacto	Espacio cerrado: Obligatorio. Espacio abierto: Solo si no se puede mantener 1 metro de distanciamiento.	Más de 1 metro entre personas.	Hasta 10.000 personas.	Solamente en espacios cerrados.
Alto impacto	Espacio cerrado: Obligatorio. Espacio abierto: Obligatorio.	Más de 1,5 metros entre personas.	Hasta 200 personas.	Se exige pase de movilidad.

Tabla 12: Comparativa entre fases del nuevo plan Paso a Paso de abril 2022.

(Fuente: Ministerio de Salud, 2022)

10.9 Mapas de interacciones y complejidad organizacional

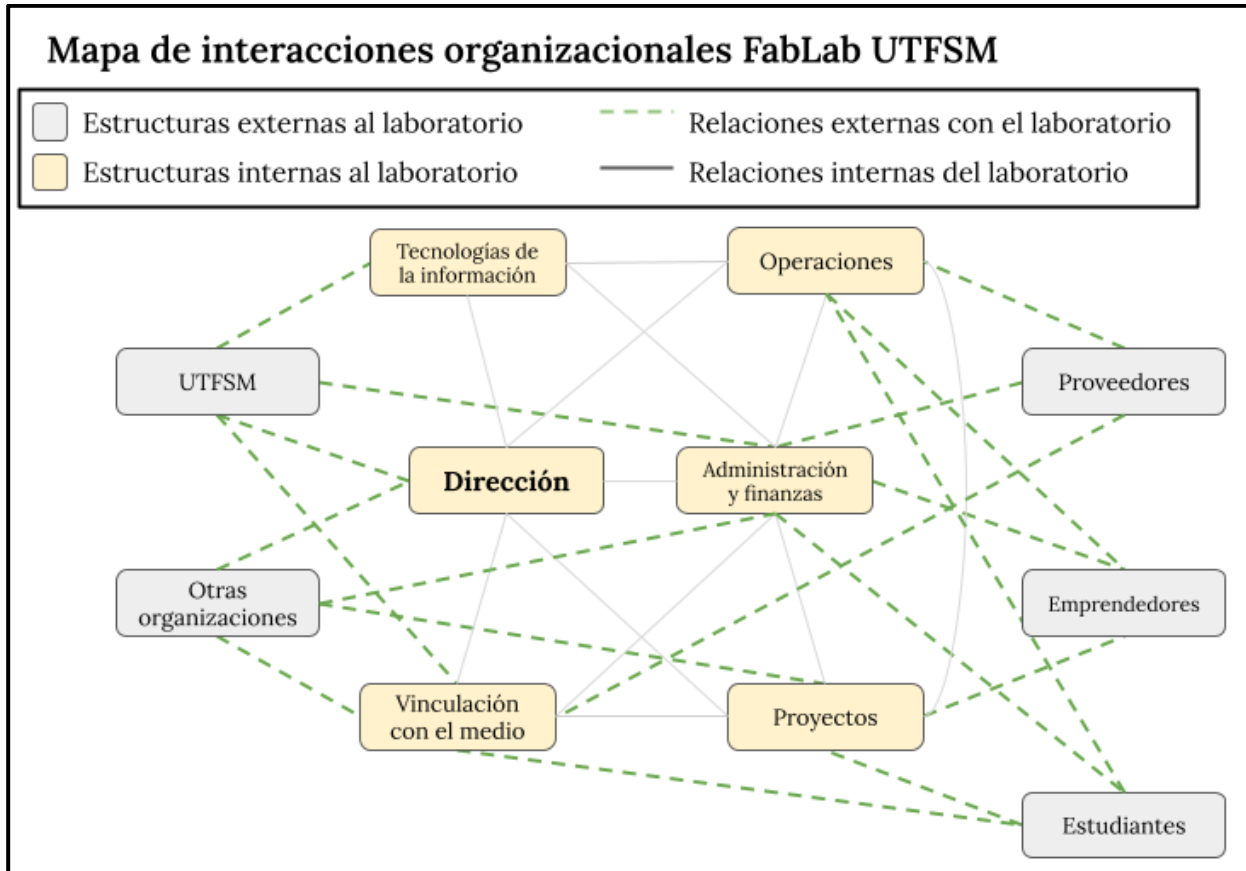


Ilustración 24: Mapa de relaciones entre estructuras ajenas al laboratorio con los sistemas internos del laboratorio.

(Fuente: Elaboración propia)

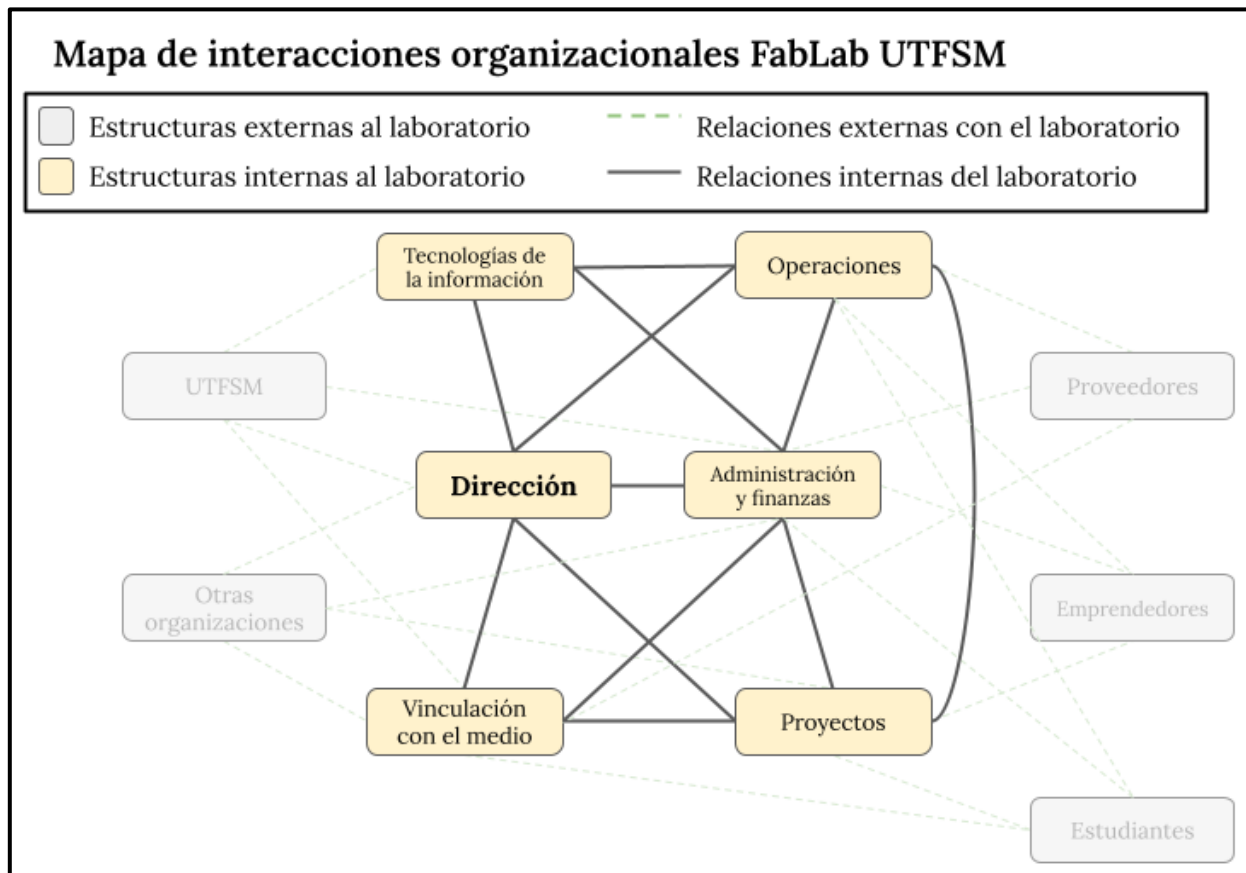


Ilustración 25: Mapa de relaciones general entre sistemas internos del laboratorio.

(Fuente: Elaboración propia.)

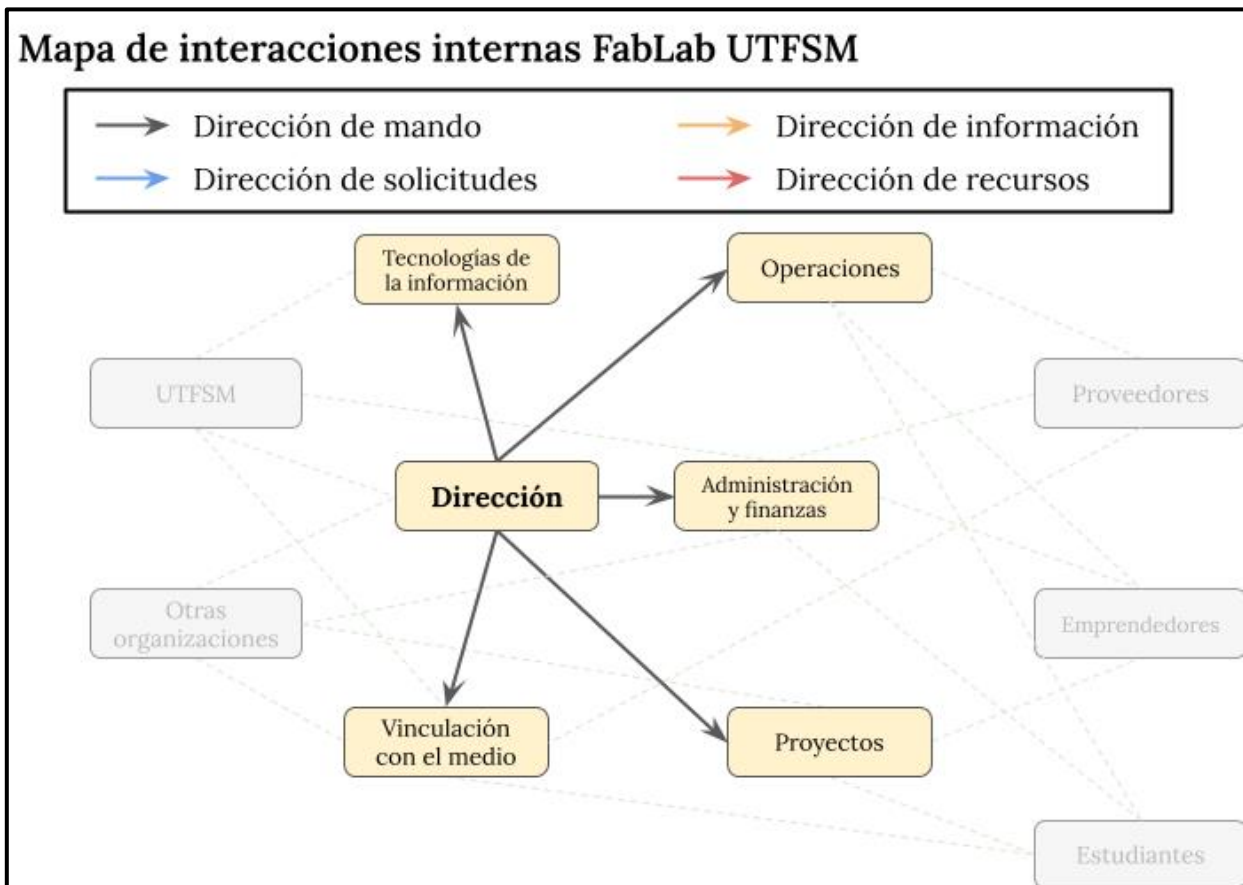


Ilustración 26: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de mando dentro de la organización.

(Fuente: Elaboración propia.)

Mapa de interacciones internas FabLab UTFSM

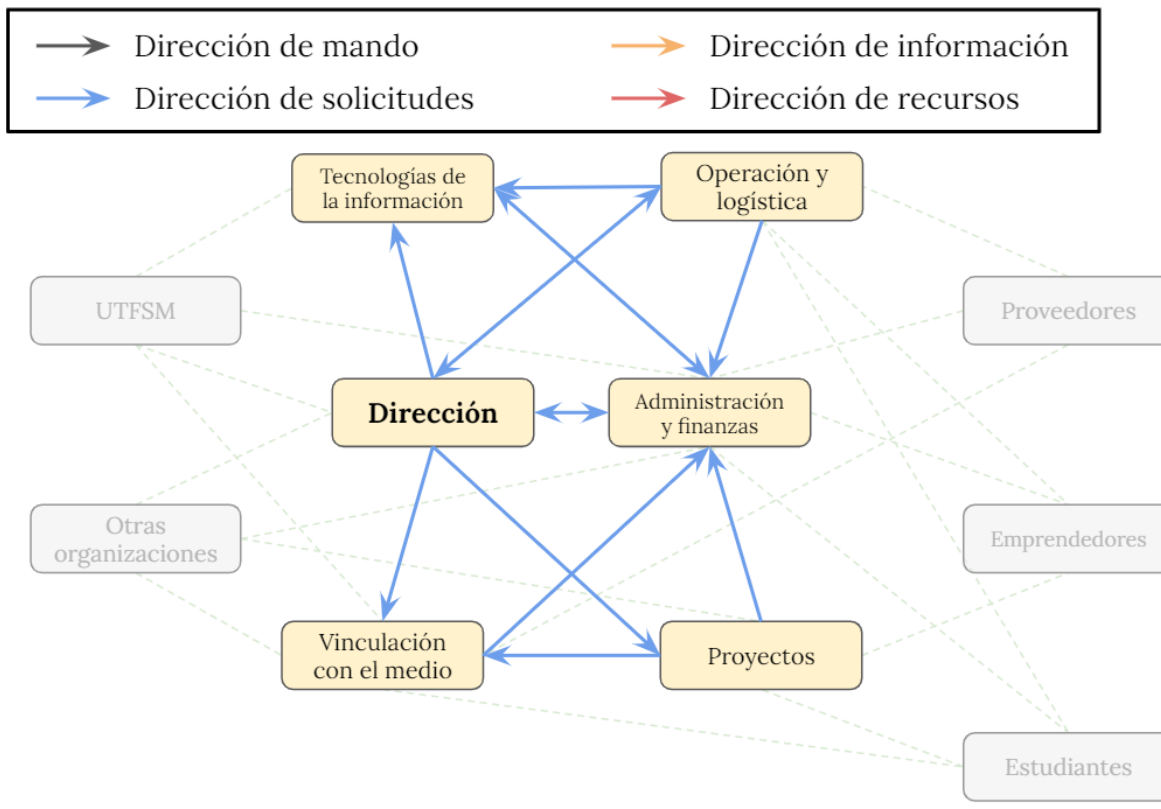


Ilustración 27: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de solicitudes dentro de la organización.

(Fuente: Elaboración propia.)

Mapa de interacciones internas FabLab UTFSM

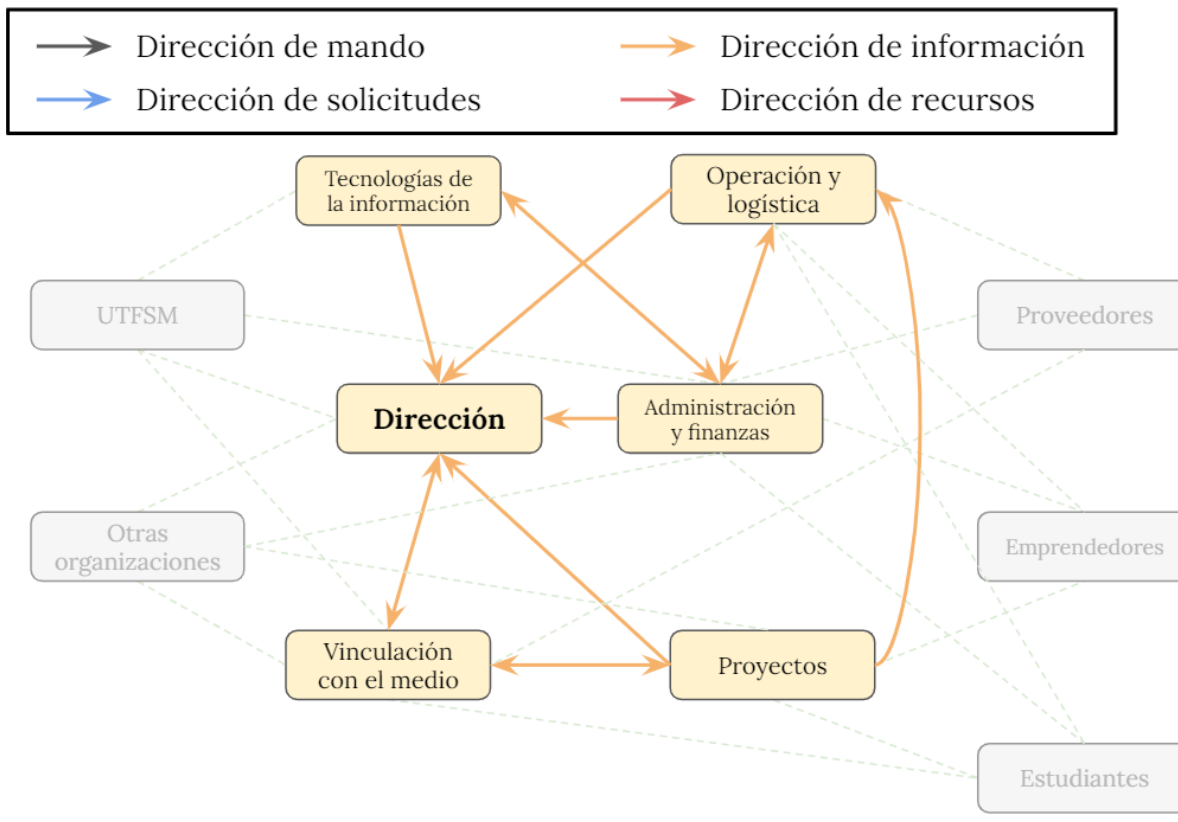


Ilustración 28: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de información dentro de la organización.

(Fuente: Elaboración propia.)

Mapa de interacciones internas FabLab UTFSM

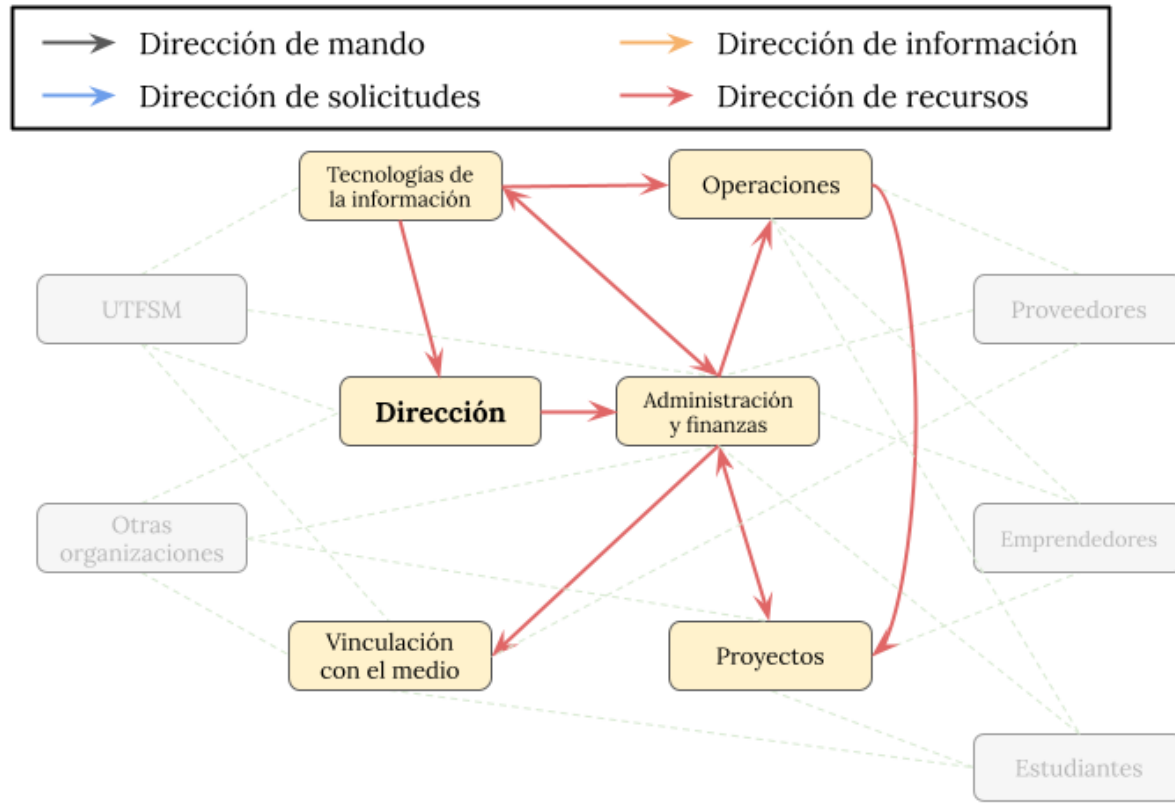


Ilustración 29: Red de interacciones inter sistemas. Se muestra la dirección en el flujo de recursos dentro de la organización.

(Fuente: Elaboración propia.)



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA