



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES

MÁSTER EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE
PROYECTOS

TESINA FIN DE MÁSTER

Diseño de un Modelo de Excelencia Operacional con
soporte de la Dirección y Gestión de Proyectos para la
Industria 4.0.

TUTOR: Dr. Luis José Amendola León, Ph.D

ALUMNO: Gabriel Oliveras Díaz

Valencia, Diciembre de 2016



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



Con dedicatoria a mis padres por todo el esfuerzo para formarme y educarme a lo largo de estos años, a mi tutor por sus conocimientos y experiencia compartida, a todos los profesores del máster por sus enseñanzas, a mi hermano, amigos y compañeros, gracias.

Summary

Nowadays, the competitive and globalized environment in which organizations exist is unprecedented and the fascinating challenge to be leaders in their respective sectors is a unique motivation. The excellence of processes and adoption of new technologies that digitalize these processes is a real need and more than a fad, it is a trend that is just around the corner to achieve greater quality and efficiency through innovative methods enabling organizations to be more flexible to fully customized products and services to each customer and the environment in which they appear. Continuous improvement methods allow us to have less robust processes and lay the foundations for a better use of resources. For example, some of these methods for continuous improvement are: Total Quality Manufacturing (TQM), Poka-yokes, Lean, Six Sigma, Predictive Maintenance and Preventive Maintenance. Along with cyber-physical and new tools such as the cloud and internet of objects, control and monitoring of production systems may be easier and more effective, even reaching self-optimized and self-maintenance processes. In addition, it is possible further customization and diversification of products and services that the organization provides to its customers, to opt for greater flexibility in their processes at different levels.

The industry 4.0 is a new concept that is revolutionizing the way that many organizations run their daily operations and is the gateway to a future with better yields. This concept means that people in organizations must be open to change and this change to take initiative from senior management and reach all levels of the organization to make it look reflected in the strategy and the route will follow the company the next years; because, of course, are required to agree on budgets for investment in the necessary resources, time to carry out the modifications, but above all and most importantly, is training people for new tools are properly used with the full support of the leaders of the organization. In this environment it is very important that there be collaboration and coordination between the various strategic, tactical and operational for communication flow is transparent and consistent with all stakeholders involved and projects departments.

In the decision to establish new levels of performance and modifying processes to automate and digitalize, it must involve people, having a constant exchange and feedback with intermediate levels and managers so that together create agreements to be respected and accepted by all, having congruence of objectives, tasks and projects established. Some of the performance measures to be proposed and can be monitored progressively strategic and tactical level are the company earnings before interest, taxes, depreciation and amortization (EBITDA, for its acronym in English); return on investment (ROI), return on assets (ROA), return on equity (ROE); while at the operational level can be set as indicators Global Operator Efficiency and Global Equipment Efficiency (OEE), bringing results that departments of all levels can receive, view and analyze. Members of the organization must clearly visualize the reasons for carrying these measures out and know what are the benefits, both in the economic field, such as social and environmental, that these measures give companies and their environment. The environment will adjust and prepare people to be professionals who can meet the new challenges and manage change to new technologies. Such projects based much of their success in proper management of human resources, where people feel satisfied and feel that their ideas and contributions are taken into account and integrated into the processes of the organization.

Therefore, organizations need a strategic model that gives them guidance on how to implement Operational Excellence and Industry 4.0 in its processes; taking into account the change management and methods of excellence for teams of people. From this, the importance of this study is that to provide a model that fits small and large from different industrial sectors, medium and giving value to the judgment of experts working in different companies and to know the current situation of companies, knowing some methodologies applied and taken into account to propose a model to a way of doing things that will increase benefits for businesses and their employees. It is worth mentioning that there is still no regulation as such for Industry 4.0; even the DIN ("Deutsche Institut für Normung" by its German acronym) is in the process of creating a policy with the Federal Minister for Education and Research of Germany, so for the moment limited to extend recommendations on how implement the strategic initiative of Industry 4.0. These

projects are vital for the future impact on businesses and because they require management main asset any organization in the world can have, people.

Resumen

En la actualidad, el entorno competitivo y globalizado en el que cohabitan las organizaciones no tiene precedentes y el fascinante reto por ser líderes en sus respectivos sectores es una motivación única. La excelencia de los procesos y adopción de tecnologías que digitalicen estos procesos es una necesidad real y más que una moda, es una tendencia que está a la vuelta de la esquina para alcanzar una mayor calidad y eficiencia, a través de métodos innovadores que permitan a las organizaciones ser más flexibles para dar productos y servicios completamente personalizados para cada uno de los clientes y el entorno en el que figuran. Los métodos de mejora continua nos permitirán hacer procesos menos robustos y sentar las bases de un mayor aprovechamiento de los recursos. Por ejemplo, algunos de éstos métodos de mejor son: Total Quality Manufacturing (TQM), Poka-Yokes, Lean, Six Sigma, Mantenimiento Predictivo y Mantenimiento Preventivo. Junto con los sistemas ciberfísicos y nuevas herramientas informáticas como la nube y el internet de los objetos, el control y monitoreo de los sistemas de producción podrá ser más fácil y más eficaz, inclusive llegarán a auto optimizarse y a tener auto mantenimiento. Además, será posible una mayor personalización y diversificación de los productos y servicios que la organización brinda a sus clientes, al poder optar por una mayor flexibilidad en sus procesos en distintos niveles.

La industria 4.0 es un concepto novedoso que está revolucionando la manera en que muchas organizaciones ejecutan sus operaciones diariamente y es la puerta a un futuro con mejores rendimientos. Este concepto significa que las personas en las organizaciones deben estar abiertas al cambio y que este cambio tenga iniciativa desde la alta dirección y llegue a todos los niveles de la organización para que se vea plasmado en la estrategia y en la ruta que seguirá la empresa en los próximos años; ya que, desde luego, se requieren acordar presupuestos para realizar las inversiones en los recursos necesarios, tiempo para llevar a cabo las modificaciones, pero sobretodo y lo más importante, es la capacitación de las personas para que las nuevas herramientas sean utilizadas adecuadamente con el total apoyo de los líderes de la organización. En este entorno es muy

importante que existan la colaboración y coordinación entre los distintos departamentos estratégicos, tácticos y operativos para que la comunicación sea transparente y fluya de manera coherente con todos los involucrados y partes interesadas de los proyectos.

En la toma de decisiones para establecer nuevos índices de rendimiento y modificación en los procesos para automatizarlos y digitalizarlos, se debe involucrar a las personas, teniendo un constante intercambio y retroalimentación con los niveles intermedios y directivos para que juntos creen acuerdos que serán respetados y aceptados por todos, teniendo congruencia los objetivos, las tareas y los proyectos establecidos. Algunos de los índices de rendimiento que se propondrán y que pueden monitorearse progresivamente a nivel estratégico y táctico son las ganancias de la empresa antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (EBITDA, por sus siglas en inglés); el retorno de la inversión (ROI), el retorno sobre activos (ROA), el retorno sobre capital (ROE); mientras que a nivel operacional se pueden establecer como indicadores la Eficiencia Global del Operador y la Eficiencia Global de Equipos (OEE), trayendo resultados que los departamentos de todos los niveles puedan percibir, consultar y analizar. Los miembros de la organización deben visualizar claramente las razones de llevar estas medidas a cabo y saber cuáles son los beneficios, tanto en el ámbito económico, como social y ambiental, que éstas medidas darán a las empresas y a su entorno. El entorno se ajustará y las personas se prepararán para ser profesionales que puedan afrontar los nuevos retos y gestionar el cambio hacia las nuevas tecnologías. Este tipo de proyectos basan buena parte de su éxito en una adecuada gestión de recursos humanos, en donde las personas se sientan satisfechas y consideren que sus ideas y aportaciones son tomadas en cuenta e integradas a los procesos de la organización.

Por ello, las organizaciones precisan de un modelo estratégico que les brinde una orientación sobre cómo implementar la Excelencia Operacional y la Industria 4.0 en sus procesos; tomando en cuenta la gestión del cambio y métodos de excelencia para los equipos de personas. Partiendo de esto, la importancia de este estudio tiene que con aportar un modelo que se ajuste a empresas pequeñas, medianas y grandes de distintos sectores industriales, dando valor al

juicio de expertos que trabajan en distintas compañías y para saber la situación actual de las empresas, conociendo algunas metodologías que aplican y tenerlas en cuenta para proponer un modelo hacia una manera de hacer las cosas que hará que aumentos los beneficios para las empresas y sus colaboradores. Cabe mencionar, que no existe todavía una normativa como tal para la Industria 4.0; aún la DIN (“Deutsche Institut für Normung”, por sus siglas en alemán) se encuentra en proceso de crear una normativa junto con el Ministro Federal de Educación e Investigación de Alemania, por lo que por el momento se limitan a extender recomendaciones sobre cómo implementar la iniciativa estratégica de la Industria 4.0. Estos proyectos resultan de vital importancia por el impacto futuro que tiene en las empresas y porque requieren una gestión del principal activo que cualquier organización en el mundo puede tener, las personas.

Resum

En l'actualitat, l'entorn competitiu i globalitzat en què cohabituen les organitzacions no té precedents i el fascinant repte per ser líders en els seus respectius sectors és una motivació única. L'excel·lència dels processos i adopció de tecnologies que digitalitzin aquests processos és una necessitat real i més que una moda, és una tendència que està a la volta de la cantonada per aconseguir una major qualitat i eficiència, a través de mètodes innovadors que permetin a les organitzacions ser més flexibles per donar productes i serveis completament personalitzats per a cada un dels clients i l'entorn en el qual figuren. Els mètodes de millora contínua ens permetran fer processos menys robustos i establir les bases d'un major aprofitament dels recursos. Per exemple, alguns dels quals mètodes de millor són: Total Quality Manufacturing (TQM), Poka-yokes, Lean, Six Sigma, Manteniment Predictiu i Manteniment Preventiu. Juntament amb els sistemes ciberfísics i noves eines informàtiques com el núvol i l'internet dels objectes, el control i monitoratge dels sistemes de producció pot ser més fàcil i més eficaç, inclusivament arribaran a acte optimitzar i a tenir acte manteniment. A més, serà possible una major personalització i diversificació dels productes i serveis que l'organització ofereix als seus clients, en poder optar per una major flexibilitat en els seus processos en diferents nivells.

La indústria 4.0 és un concepte nou que està revolucionant la manera en què moltes organitzacions executen les seves operacions diàriament i és la porta a un futur amb millors rendiments. Aquest concepte significa que les persones en les organitzacions han d'estar obertes al canvi i que aquest canvi tingui iniciativa des de l'alta direcció i arribi a tots els nivells de l'organització perquè es vegi plasmat en l'estratègia i en la ruta que seguirà l'empresa en els propers anys; ja que, per descomptat, es requereixen acordar pressupostos per realitzar les inversions en els recursos necessaris, temps per dur a terme les modificacions, però sobretot i el més important, és la capacitat de les persones per tal que les noves eines siguin utilitzades adequadament amb el total suport dels líders de l'organització. En aquest entorn és molt important que hi hagi la col·laboració i coordinació entre els diferents departaments estratègics, tàctics i operatius perquè la comunicació

sigui transparent i flueixi de manera coherent amb tots els involucrats i parts interessades dels projectes.

En la presa de decisions per establir nous índexs de rendiment i modificació en els processos per a automatitzar i digitalitzar, s'ha de involucrar les persones, tenint un constant intercanvi i retroalimentació amb els nivells intermedis i directius perquè junts creuen acords que seran respectats i acceptats per tots, tenint congruència els objectius, les tasques i els projectes establerts. Alguns dels índexs de rendiment que es proposaran i que poden monitorearse progressivament a nivell estratègic i tàctic són els guanys de l'empresa abans d'interessos, impostos, deprecacions i amortitzacions (EBITDA, per les sigles en anglès); el retorn de la inversió (ROI), el retorn sobre actius (ROA), el retorn sobre capital (ROE); mentre que a nivell operacional es poden establir com a indicadors l'Eficiència Global de l'operador i l'Eficiència Global d'Equips (OEE), portant resultats que els departaments de tots els nivells puguin percebre, consultar i analitzar. Els membres de l'organització han visualitzar clarament les raons de portar aquestes mesures a terme i saber quins són els beneficis, tant en l'àmbit econòmic, com social i ambiental, que aquestes mesures donaran a les empreses i al seu entorn. L'entorn s'ajustarà i les persones es prepararan per ser professionals puguin afrontar els nous reptes i gestionar el canvi cap a les noves tecnologies. Aquest tipus de projectes basen bona part del seu èxit en una adequada gestió de recursos humans, en on les persones se sentin satisfetes i considerin que les seves idees i aportacions són preses en compte i integrades als processos de l'organització.

Per això, les organitzacions necessiten d'un model estratègic que els ofereixi una orientació sobre com implementar l'Excel·lència Operacional i la Indústria 4.0 en els seus processos; tenint en compte la gestió del canvi i mètodes d'excel·lència per als equips de persones. Partint d'això, la importància d'aquest estudi ha de amb aportar un model que s'ajusti a empreses petites, mitjanes i grans de diferents sectors industrials, donant valor al judici d'experts que treballen en diferents companyies i per saber la situació actual de les empreses, coneixent algunes metodologies que apliquen i tenir-les en compte per a proposar un model cap a una manera de fer les coses que farà que augmenti dels beneficis per a les

empreses i els seus col·laboradors. Cal esmentar, que no existeix encara una normativa com a tal per a la Indústria 4.0; encara la DIN ("Deutscher Institut für Normung", per les seves sigles en alemany) es troba en procés de crear una normativa juntament amb el Ministre Federal d'Educació i Investigació d'Alemanya, pel que de moment es limiten a estendre recomanacions sobre com implementar la iniciativa estratègica de la Indústria 4.0. Aquests projectes resulten de vital importància per l'impacte futur que té en les empreses i perquè requereixen una gestió del principal actiu que qualsevol organització en el món pot tenir, les persones.

ÍNDICE

1. Introducción	21
1.1. Cuestión a investigar	21
1.2. Planteamiento del problema.....	24
2. Justificación.....	26
3. Objetivos	28
3.1. Objetivo General.....	28
3.2. Objetivos Específicos.....	28
4. Marco de Referencia.....	29
4.1. Excelencia Operacional	29
4.1.1. Antecedentes.....	29
4.1.2. Liderazgo	30
4.1.3. Descripción de la Excelencia Operacional.....	32
4.1.4. Enfoque de cambio hacia la Excelencia Operacional	33
4.1.5. Implementación de la Excelencia Operacional.....	35
4.2. Industria 4.0.....	46
4.2.1. Una nueva Revolución Industrial.....	46
4.2.2. Tecnologías de la Industria 4.0 y los Sistemas Ciberfísicos.....	50
4.2.3. Integración de las organizaciones a la Industria 4.0.....	56
4.2.4. Nuevos sistemas de producción de la industria 4.0.....	65
4.2.5. Aplicación: Beneficios y Retos de la Industria 4.0	68
4.2.6. El Internet de los Objetos	75
4.2.7. Flexibilidad: Una de las nuevas oportunidades en la Industria 4.0.....	76
4.3. La excelencia en la Gestión de Proyectos en la Industria 4.0	79
5. Hipótesis.....	83
5.1. Formulación de la Hipótesis	83
5.2. Definición Conceptual y Operativa de las Hipótesis	83
5.2.1. Hipótesis 1 (H ₁)	83
5.2.1.1. Definición Conceptual de la Hipótesis 1 (H ₁).....	83
5.2.1.2. Definición Operativa de la Hipótesis 1 (H ₁).....	84
5.2.2. Hipótesis 2 (H ₂)	84
5.2.2.1. Definición Conceptual de la Hipótesis 2 (H ₂).....	84
5.2.2.2. Definición Operativa de la Hipótesis 2 (H ₂).....	84
5.2.3. Hipótesis 3 (H ₃)	85
5.2.3.1. Definición Conceptual de la Hipótesis 3 (H ₃).....	85

5.2.3.2. Definición Operativa de la Hipótesis 3 (H ₃).....	85
5.2.4. Hipótesis 4 (H ₄)	85
5.2.4.1. Definición Conceptual de la Hipótesis 4 (H ₄).....	85
5.2.4.2. Definición Operativa de la Hipótesis 4 (H ₄).....	86
6. Análisis de los datos	87
6.1. Estudio sobre beneficios de la implementación de la Excelencia Operacional, enfocado a la Industria 4.0.....	87
6.1.1. Materiales y métodos para realizar el estudio	87
6.1.2. Datos y resultados del estudio	95
7. Contraste de hipótesis.....	118
8. Propuesta de Modelo Estratégico para la Excelencia Operacional enfocado a la Industria 4.0	122
8.1. Modelo de Excelencia Operacional	122
8.1.1. Marco para la Excelencia Operacional	126
8.1.2. ¿Cómo diagnosticar la organización?	128
8.1.3. Programa de Excelencia Operacional.....	130
8.1.4. Cadena para la Excelencia	131
8.1.5. Niveles de Madurez	132
8.1.6. Plan para la Excelencia Operacional	135
8.1.7 Pasos para una cultura de excelencia operacional enfocados a la visión estratégica de la empresa	137
8.1.8 “Pasos para una cultura de excelencia operacional enfocados a la visión operativa de la empresa”	139
8.1.9. Gestión de Recursos Humanos	140
9. Conclusión	143
10. Trabajos futuros.....	148
11. Referencias	149
12. Anexos	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Núcleo de la Excelencia Operacional en la Organización. Fuente: “Excelencia Operacional, ¿qué significa?” (Amendola L., 2016 , adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	31
Figura 2 Esquema de medidas enfocadas en excelencia operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)	33
Figura 3 Eficiencia Vs. Efectividad. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)..	34
Figura 4 Divisiones funcionales dentro de la Excelencia Operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).	36
Figura 5 Seis fases para la Excelencia Operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	39
Figura 6 Estratificadas, las métricas ligadas son esenciales para demostrar valor. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	40
Figura 7 Organización típica en un programa de Excelencia Operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).	43
Figura 8 Diagrama RASCI para el programa de Excelencia Operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).	45
Figura 9 Cronología de las tecnologías claves en las revoluciones industriales. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	47
Figura 10 Industria 4.0. La cuarta revolución industrial con CPS. Fuente: “A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	48
Figura 11 Conjunto de tecnologías en la Industria 4.0. Fuente: “A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	51
Figura 12 Arquitectura 5C’s para sistemas ciberfísicos en manufactura. Fuente: “Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015;.....	53
Figura 13 Modelo de cinco niveles para regulación de actividades. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dunckel H., 1999) (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	55
Figura 14 Elementos de un sistema de producción sociotécnico. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	58
Figura 15 Cambios en el perfil de trabajo y competencias. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).....	60
Figura 16 Microperspectiva de la Industria 4.0. (Stock T., 2016; Seliger G., 2016)	62

Figura 17 Macroperspectiva de la Industria 4.0. (Stock T., 2016; Seliger G., 2016)7...	64
Figura 18 Porcentaje de las Regiones donde laboran los encuestados.....	96
Figura 19 Porcentaje sexo de los encuestados.....	96
Figura 20 Porcentaje rango de edades de los encuestados.....	97
Figura 21 Porcentaje sectores industriales de los encuestados.....	98
Figura 22 Porcentaje del nivel que ocupan en la organización los encuestados.....	98
Figura 23 : Porcentaje nivel de estudios completados de los encuestados.....	99
Figura 24 Porcentaje rango de años de experiencia de los encuestados.....	100
Figura 25 Porcentaje de certificados que poseen los encuestados.....	100
Figura 26 Porcentaje cantidad anual de proyectos de los encuestados.....	101
Figura 27 Porcentaje conocimiento de la estrategia.....	102
Figura 28 Porcentaje evaluación de alineación de proyectos con objetivos.....	103
Figura 29 Porcentaje valoración de comunicación de la estrategia.....	104
Figura 30 Porcentaje medición de productividad en la organización.....	105
Figura 31 Porcentaje de valoración consulta para elaborar KPI's.....	106
Figura 32 Porcentaje KPI's más utilizados en las organizaciones.....	107
Figura 33 Porcentaje de organizaciones que utilizan varios KPI's.....	107
Figura 34 Valoración de prácticas hacia la Excelencia Operacional.....	108
Figura 35 Porcentaje de valoración de aumento en el beneficio.....	109
Figura 36 Porcentaje que confía en la Excelencia Operacional.....	109
Figura 37 Porcentaje de métodos de mejora más comunes.....	110
Figura 38 Porcentaje de organizaciones con varios métodos de mejora.....	111
Figura 39 Acciones a las que dedican esfuerzo las organizaciones.....	112
Figura 40 Porcentaje de personas que conocen el concepto industria 4.0.....	113
Figura 41 Porcentaje que considera indispensable la automatización.....	114
Figura 42 Porcentaje de valoración del grado de dificultad para implementar nuevas tecnologías.....	115
Figura 43 Variables que más afectan la implementación de nuevas tecnologías.....	116
Figura 44 Variables más importantes para lograr equipos de alto rendimiento.....	117
Figura 45 Modelo Estratégico para la Excelencia Operacional enfocado a la industria 4.0, apoyado en la Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	122
Figura 46 7 pasos para la materialización de la Excelencia Operacional . (Tibaire Depool, 2016; Alba Crespo, 2016; Ruth Esteban, 2016; Sara Alcaide, 2016).....	124
Figura 47 Elementos para la Excelencia Operacional enfocado a la industria 4.0, apoyado en la Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016)..	126
Figura 48 Marco para la Excelencia Operacional sustentado por actividades de la Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	127
Figura 49 Diagrama para diagnosticar integración de procesos digitales y excelentes en las organizaciones. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	129
Figura 50 Programa de Excelencia Operacional para los procesos de las organizaciones. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	130
Figura 51 Cadena de Impacto de la Excelencia en procesos. (Amendola L., Oliveras G.).....	132
Figura 52 Modelo de Madurez para los niveles de excelencia de las organizaciones, enfocado a la industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	133
Figura 53 Diagrama estratégico para la Excelencia Operacional basado en el Calidad, Liderazgo y Gestión de Recursos Humanos en Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	137

Figura 54 Pasos operativos hacia la implementación de la Industria 4.0 en la organización. (Amendola L., Oliveras G., 2016)	139
Figura 55 Gestión de Recursos Humanos en los proyectos de implementación de Excelencia Operacional enfocado a Industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)	141
Figura 56 Procesos inteligentes implementados en una fábrica de la industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)	146
Figura 57 Entorno de una Fábrica Inteligente de la Industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016).....	148

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CUESTIÓN A INVESTIGAR

De acuerdo a los requerimientos de mejorar los procesos en las organizaciones en un mundo altamente competitivo y globalizado, se precisa elaborar una hoja de ruta que guíe a las empresas en cómo llevarlo a cabo; sobre todo en un mundo de cambio, como el actual, con avances tecnológicos significativos, que con una visión a corto y largo plazo benefician a la organización con un mayor grado de eficacia y calidad, mayor satisfacción de sus clientes y mejor margen de maniobra para potenciales ahorros.

Por tanto, esta investigación surge al proponer desarrollar un modelo estratégico capaz de conducir a la implementación de la excelencia operacional, enfocado a la industria 4.0. El modelo se centrará en: excelencia en los procesos del negocio, nuevos sistemas de la industria 4.0 y la integración de éstas dentro de la estructura de la empresa.

Como seres humanos, a lo largo del tiempo, hemos sabido evolucionar, reinventarnos y hacer más fácil y ágil la vida de miles de millones de personas que son las que actualmente habitamos este mundo y formamos parte de sus interrelaciones en un entorno interdependiente. Esta interdependencia es la que nos lleva a actuar y a buscar nuevas soluciones a los retos que enfrentamos.

En la historia de la humanidad se han vivido tres grandes etapas: la era agrícola, la era industrial y la era de la información. Junto con el nuevo milenio, la era de la información ha llegado de manera avasallante y ahora nos enfrentamos a situaciones que eran inimaginables hace cincuenta años por el nivel de complejidad, así como también por la velocidad en que nuestro entorno va evolucionando y nuevas tecnologías van apareciendo, haciendo que los negocios se muden a nuevas metodologías que apuntan hacia la digitalización. Este es el momento de ser parte del cambio, las organizaciones y las personas deben evolucionar porque hemos pasado a la industria digital, es decir, a la industria 4.0. El entorno de negocios global se ha vuelto altamente competitivo y si nuestras organizaciones no se encuentran en la constante búsqueda de la excelencia operacional será muy difícil que superen con éxito las metas establecidas a

mediano plazo, sus estrategias serán fallidas y tampoco se cumplirá con la visión con la cual se ha concebido a la organización.

La excelencia operacional es vital dentro de las organizaciones y las tecnologías de la industria 4.0 facilitarán las operaciones para alcanzarla, dando potencial al liderazgo y solidez a la estructura organizacional. El camino y el progreso hacia la excelencia requieren de la mejora continua en todos los activos del negocio y enfoque benéfico en las áreas más críticas para que aporten al éxito del negocio. Para recorrer dicho camino se requiere paciencia, esfuerzo, tiempo y compromiso de las personas y va más allá al crear una cultura de trabajo enfocada en crear valor, excelencia y mejora continua.

Los procesos y principios de la excelencia operacional son herramientas sumamente poderosas y si se utilizan correctamente permitirán que se asienten los niveles intermedios de la organización y que los objetivos crezcan en áreas como operaciones, producción y mantenimiento. En las mejores organizaciones, la excelencia operacional se aplica para diseñar una estrategia que integre los sistemas, la tecnología y el negocio para asegurar una mayor efectividad y crear una economía de escala para el éxito de la misión de la empresa.

Definir, desarrollar e implementar la estrategia para la excelencia operacional a lo largo de una organización, entre todas sus multifunciones y divisiones operativas puede ser una tarea demasiado compleja, demandante de gran tiempo y destreza. Es necesario partir de lo general a lo específico, aterrizando primero la estrategia general de la empresa y después dividiéndola en partes enfocadas en áreas donde la estrategia sea comprenda fácilmente, con objetivos muy claros, una estructura de soporte robusta para asimilar las tareas e implementándolas en los procesos, obteniendo así las ventajas deseadas.

Es un reto que las personas acepten el cambio; por esto, si están familiarizadas con la estrategia, el cambio será menos notorio y mejor asimilado ya que la nueva metodología formará parte de sus actividades cotidianas, rompiendo en parte esa resistencia humano que tenemos al cambio. Esto reduce la complejidad y dirige de forma más efectiva el talento y los esfuerzos de la organización, ya que las personas se sienten menos vulnerables y se abre la oportunidad a una gran gama de mejoras de gran impacto que ayudarán a mejorar las probabilidades de éxito

en las personas, con el consecuente beneficio para la organización. Como ilustración a este cambio para afrontar la complejidad y evolución, surge la industria 4.0 de la renaciente era del software que establece la cuarta revolución industrial (Lasi H., 2014; Kemper H., 2014; Fettke P., 2014; Feld H., 2014; Hoffmann M., 2014)¹.

Con ella provienen las fábricas inteligentes. Una fábrica inteligente establece que “la manufactura estará equipada completamente con sensores, actuadores y sistemas autónomos.” (Lasi H., 2014; Kemper H., 2014; Fettke P., 2014; Feld H., 2014; Hoffmann M., 2014).

Comúnmente la iniciativa para implementar la excelencia operacional y un cambio hacia los conceptos de la industria 4.0, comienza con los altos mandos dentro de la organización con un entusiasmo visible y con un compromiso continuo como muestra esencial para desempeñar las asignaciones que les sean encomendadas con cooperación de equipos en diferentes áreas y demás interacciones que sean necesarias para lograr sus metas establecidas, en acuerdo común con todos y con la aceptación también de las partes interesadas. La producción segura, además disminuye los riesgos y permite alcanzar las metas con un desempeño óptimo y sostenible, satisfaciendo los requisitos establecidos para toda la organización, entendiendo cuáles son sus fuentes de valor y cuáles son los factores que no le permiten obtener ese valor deseado para eliminarlos poco a poco. El valor es un factor principal para la priorización de lo que se va a hacer y establecer una cronología y un programa de qué incluirá el trabajo cotidiano orientado a alcanzar la misión del negocio.

Actualmente, las organizaciones están comenzando a entender que el factor de éxito principal no es el monetario, sino el valor que entregan sus operaciones a los clientes y a la sociedad a la que pertenecen en este mundo globalizado, como lo vemos hoy en día. Buscar beneficios y ganar dinero es, sin duda, indispensable para el funcionamiento de la empresa, pero si se prioriza el valor añadido que la empresa genera y corregimos el camino con cambios significativos, las oportunidades serán más grandes y bondadosas con lo que se obtendrán beneficios más grandes que impactarán sobre todo y mucho más, si la

¹ Lasi H., Kemper H., Fettke P., Feld H., Hoffmann M.; (2014), "Industry 4.0 ", Business & Information Systems Engineering

organización llega a ser una gran aportadora de valor. El dinamismo que la excelencia operacional y la industria 4.0 aportan a las empresas es constante, tendiendo a producir cambios internos y externos para mejorar las condiciones de la organización. Varios pasos entrelazados son los necesarios para una evolución del negocio y un seguimiento a los procesos que se van implementando para conseguir la excelencia operacional, tomando en cuenta los requerimientos que cada fase propone.

Este modelo estratégico debe ser capaz de brindar a los ejecutivos una visión clara de dónde se encuentran las necesidades más notorias de la empresa, dónde el desempeño puede ser mejorado y dónde la mejora continua será implementada con efectividad. Los KPI's son los que indican el beneficio que traerá estas mejoras, con prioridades hacia la misión del negocio y basados en la visión. La visión debe ser visible para todos, comprometida con el éxito y capaz de derrumbar barreras que interfieran en la comunicación de las diferentes divisiones de la empresa.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un mundo cada vez más competitivo, es necesario establecer KPI's que garanticen la supervivencia de la organización a través del establecimiento de procesos más innovadores que le permitan ser más flexible y entregar al cliente productos individualizados, en el tiempo, costo y porcentaje de rendimiento que el mercado pide. Es primordial que los sistemas que conforman parte de la empresa, se encuentren sustentados por la cooperación, responsabilidad y compromiso para trabajar en todos los niveles de la organización, concientizándolos de la importancia de mejorar la efectividad para aportar valor real a la organización a través de las nuevas tecnologías, como los sistemas ciber-físicos y el internet de los objetos.

En gran medida de la comprensión que se tenga de cómo implementar la excelencia operacional y evolucionar hacia la industria 4.0 en los procesos dependerán los resultados multifuncionales, el incremento de valor en los productos y servicios, aumento de la eficiencia y rendimiento de procesos, la

disminución del riesgo en el mercado y el grado de satisfacción el cliente, así como la contribución al entorno en el que la organización se encuentra. La estructura organizacional debe brindar espacio también para la flexibilidad y adaptabilidad del negocio en función de poder aprovechar distintas situaciones y fortalezas para producir más valor, independientemente del constante cambio en la que vivimos en la actualidad. Los cambios, las revisiones y la mejora continua de los procesos son el corazón y el principal motor de la organización hacia la excelencia operacional, junto con el ímpetu de adoptar la tendencia de digitalización en sus sistemas.

El resultado derivará en una menor exposición al riesgo e incrementará el compromiso con la misión y los valores de la organización; con una orientación que esté en sintonía y armonía entre el negocio, las personas y objetos.

2. JUSTIFICACIÓN

Hoy más que nunca es necesario aprovechar los recursos de una organización de la mejor manera posible para dar valor al entorno del que forma parte, con un sentido de adaptación voraz y una constante cambio en el medio social, ambiental, económico y tecnológico. Para dar sentido a la implementación de la excelencia operacional a través de los procesos de la industria 4.0, en la organización se debe tener completamente definido y establecido un alcance y objetivos determinados que le den sentido a este esfuerzo; no importa si estamos hablando de una unidad o de una planta completa, la cultura de mejora continua establecida y el dar poder de decisión a las personas apoyarán que la información y acciones se alineen a la estrategia y a los objetivos colectivos para alcanzar las métricas que conllevan al éxito de este viaje y coronen el esfuerzo de todos. Las métricas representan lo que es verdaderamente importante para la organización, siempre y cuando sean tomadas directamente de la estrategia. Si las métricas no vienen de la estrategia, estamos en una contradicción. Las personas en la organización son el principal medio para llevar a cabo estas métricas. Las organizaciones basan la excelencia operacional en la gestión apropiada de los recursos humanos, la calidad, los procesos y demás indicadores que son objetivos para medir el rendimiento del negocio, apoyándose en objetivos intermedios que se van estableciendo para saber la efectividad, aumentando la probabilidad de alcanzar los resultados deseados. Los programas de excelencia operacional, junto con las iniciativas de mejora, ayudarán a confirmar la sustentabilidad cuando todos los elementos han alcanzado sus metas y están inmersos totalmente en la cultura de la organización en su forma de actuar. Las nuevas tecnologías, como los sistemas ciberfísicos, permiten una mejor sustentabilidad y una autogestión avanzada.

Establecer la excelencia operacional correctamente traerá grandes ventajas a la organización con un rol preponderante en la estrategia y mayores beneficios en comparación a sus competidores, significado de ser competitivos en su sector y estar a la vanguardia en la gestión del cambio. Grandes empresas referentes a nivel mundial, como se verá, justifican los beneficios de su implementación y países altamente desarrollados, como Alemania, están dando paso a sistemas de

producción completamente digitalizados e inteligentes, capaces de llevar a cabo por si mismos múltiples tareas de producción, mantenimiento e inclusive apoyo a procesos logísticos.

Las prácticas adecuadas y los procedimientos estandarizados, así como el compromiso con el aprendizaje continuo de las personas que forman parte de las organizaciones, harán posible también que las empresas sean sustentables y mejoren en sus prácticas, con métodos robustos para gestionar todos los sistemas que la componen. La excelencia operacional aspira a añadir valor en todos los proyectos en los que se implanta mejorando la eficiencia de los procesos de la organización y la industria 4.0 a apoyar esa mejora con la transformación de los procesos hacia sistemas digitales. Los nuevos modelos de fábricas en países desarrollados tienden a ser automatizados y flexibles, donde la tecnología inteligente tiene un papel fundamental.

Una gestión y un compromiso a largo plazo son esenciales para dar dirección a todos los recursos necesarios para satisfacer completamente las necesidades e iniciativas para cumplir con la excelencia operacional y actualizar los sistemas con las tecnologías de la industria 4.0.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Este Trabajo de Fin de Máster tiene como objetivo primordial proponer un modelo estratégico, que sea efectivo y fácil de comprender, para que las empresas puedan llevarlo a cabo y sean capaces de alcanzar la excelencia en sus procesos de negocio, así como también proporcionar una estrategia enfocada a la tendencia futura de digitalizar con los sistemas de la Industria 4.0 para añadir valor a los productos y servicios; plasmando conocimientos aplicados de la dirección y gestión de proyectos adquiridos académicamente.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumplir con el objetivo general establecido para este trabajo se han planteado los siguientes objetivos específicos alineados a ello:

- Analizar cómo se debe ejecutar la gestión del cambio y la gestión de recursos humanos en las organizaciones.
- Identificar la actualidad en las organizaciones sobre la alineación de la estrategia, implementación de métodos de mejora de procesos y cultura organizacional.
- Plantear factores sobre cómo implementar la Excelencia Operacional.
- Comprender las nuevas tecnologías que forman parte de los Sistemas de la Industria 4.0.
- Señalar los beneficios de integrar un grado de Excelencia Operacional y Sistemas de la Industria 4.0 en los procesos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. EXCELENCIA OPERACIONAL

4.1.1. ANTECEDENTES

Las personas y las organizaciones deben estar abiertas a los constantes cambios actuales. Las organizaciones, al tener a las personas como su principal activo, se ven directamente impactadas por las relaciones interdependientes con su entorno, tanto social como del negocio, así como los factores internos que la componen y en los cuáles puede tener mayor control para enfocarlos dentro de la estrategia hacia la visión que tiene la organización. Dentro de esta estrategia, tanto las personas como las organizaciones, tienden a abordar temas sobre cómo actuar y cómo llevarán a cabo los retos futuros con los que invariablemente se van a encontrar. Con estas estrategias, las organizaciones prevén establecer un camino que sirva también para aprovechar los activos de los que dispone la empresa, agregando valor a sus operaciones y brindando soluciones a la sociedad.

Sin embargo, un reto mayor al que se enfrentan es la gestión del cambio en una organización que se perfila a la búsqueda de la excelencia operacional. De acuerdo al filósofo griego Heráclito (S. VI a. C.), “el cambio solo es invariable y nada perdura más que el cambio” (Vora M., 2013)².

Según los académicos romanos de neologismo, “la excelencia está definida como un título honorario otorgado a individuos con alto grado de perfección; la calidad de ser excelente, muy bueno, excepcionalmente admirable, maravilloso” (Ghicajanu M., 2015; Irimie S., 2015; Marica L., 2015; Munteanu R., 2015)³. Las personas, las organizaciones y sus activos están en un cambio constante y en una situación propicia para aumentar la flexibilidad de los recursos, mejorando su aprovechamiento para adaptarse a la evolución que va teniendo su entorno de negocios, dando paso a la creatividad y fomentando ésta última. Como ejemplo,

² Manu K. Vora, (2013), "Business excellence through sustainable change management", The TQM Journal, Vol. 25 Iss 6 pp. 625 - 640

³ Ghicajanu M., Irimie S., Marica L., Munteanu R.; (2015), "Criteria for Excellence in Business", Procedia Economics and Finance 23 445 – 452

Prince (1992) define a la creatividad como “un asombro esperado, una relevación habitual, una sorpresa familiar, un generoso egoísmo, una formidable terquedad, una trivialidad vital, una intoxicante firmeza, una repetida iniciación, un encanto difícil, una apuesta predecible, una solidaridad efímera, una diferencia unificadora, una satisfacción demandante, una expectación milagrosa, un habituado asombro.” (Feurer R., 1996; Chaharbaghi K., 1996; Wargin J., 1996)⁴. Para el Dr. Amendola, “la excelencia operativa requiere que las empresas maximicen la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones a través de un excelente control y un valor máximo de unidad de negocios de todos sus activos industriales”. (Amendola L., 2013)⁵.

4.1.2. LIDERAZGO

El CEO y Presidente de Texas Instruments, Jerry Junkins, motivó a su equipo al liderazgo diciendo que “si solo sabemos lo que sabemos, no seremos capaces de tolerar tener un desempeño de clase mundial junto a un desempeño mediocre simplemente porque no tenemos un método para implementar las mejores prácticas”. Con esto impulsaba a su equipo de líderes a tener un enfoque común para mejorar todo el negocio de Tecnologías de Información (Johnson C., 1997)⁶.

La excelencia operacional se basa precisamente en el liderazgo que las personas puedan asumir. El Dr. Amendola indica que “las empresas no son nada sin sus empleados y éstos tampoco son nada sin sus líderes” (Amendola. L., 2013). En el entorno de la empresa, las personas deben crear un ambiente agradable y positivo que sepa orientarse hacia la colaboración para buscar el éxito, a través de la excelencia en cada una de las tareas que desarrollan. Como ideología, la excelencia operacional concibe a una empresa para que sea un modelo de cómo conseguir el éxito siendo capaz de envolver a todos sus colaboradores en sus procesos y procurando que las personas entiendan la cultura organizacional

⁴ Rainer Feuerer Kazem Chaharbaghi John Wargin, (1996), "Developing creative teams for operational excellence", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 16 Iss 1 pp. 5 - 18

⁵ Amendola Luis, (2013), "Excelencia Operacional: Operations Integrity Management", PMM Institute for Learning, Vol. 1 pp. 43

⁶ Cindy Johnson, (1997), "Leveraging Knowledge for Operational Excellence", Journal of Knowledge Management, Vol. 1 Iss 1 pp. 50 - 55

implementada. Involucra tener una relación cercana entre las personas, los procesos, las tecnologías y las redes que puedan crear entre sí. Si las personas no asimilan la cultura organizacional, es muy complicado que puedan aportar valor a la empresa y comprometerse con la misión y visión para el beneficio del negocio, alineado con la estrategia del mismo. La inspiración, compromiso, dedicación y motivación son valores que las empresas tienen que inculcar y mantener vigentes dentro de sus empleados. Si los empleados son capaces de mantener un buen rendimiento, la organización aspirará a mejorar su know-how, siendo esto último una característica esencial en la mejora continua del negocio. La excelencia operacional forma parte de muchos sectores industriales, como por ejemplo: automotriz, energía, minería, alimenticia, farmacéutica, transportes y otras. De acuerdo al Dr. Amendola, “la excelencia operacional es la búsqueda de la realización de negocios de una manera que mejore continuamente la calidad de los bienes y servicios; se reduce a lograr la superioridad competitiva desde el punto de vista del núcleo de la empresa: procesos, personas, tecnologías, redes.” (Amendola, L., 2016).



Figura 1 Núcleo de la Excelencia Operacional en la Organización. Fuente: “Excelencia Operacional, ¿qué significa?” (Amendola L., 2016, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

4.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL

La excelencia es un objetivo que significa la sustentabilidad del negocio y así lo interpretan grandes empresas líderes en sus definiciones, como Dupont que, por ejemplo, define la excelencia operacional como “un sistema de gestión integrada que controla la productividad del negocio aplicando prácticas y procedimientos probados en tres bloques de fundación: productividad de los activos, efectividad del capital y gestión de riesgos de las operaciones.” (Mitchell J.,2015)⁷.

Esta misma empresa Dupont (2005)⁸, señaló un plan para alcanzar la excelencia operacional denominado “debajo de la cabeza de la excelencia operacional” (Mitchell J.,2015). Por su parte, Chevron (2010)⁹ entiende la Excelencia Operacional como “una gestión sistemática de la seguridad, salud, medio ambiente, confiabilidad y eficiencia para lograr un desempeño de clase mundial.” (Mitchell J.,2015). Otra empresa pionera en la excelencia operacional es ExxonMobil¹⁰, quienes en su reporte anual del 2008 ante accionistas señalaron su compromiso “asegurándose de que la seguridad y confiabilidad de sus operaciones es fundamental para el éxito de su negocio y un reto crítico que ExxonMobil toma cada día.” Este compromiso de ExxonMobil¹¹ con la excelencia operacional se ha visto reforzado en el año 2011 al afirmar que “la compañía sigue buscando maximizar el valor y mejorar la eficiencia” (Mitchell J.,2015). Otros autores interpretan que “la excelencia en los negocios para una compañía, que en la literatura se entiende como tener un título de excelencia empresarial, representa ser la compañía que se mantenga en una situación de éxito ejemplar, teniendo beneficios por un largo periodo de tiempo y adaptándose correcta y eficientemente a la demandas de su entorno socioeconómico.” (Ghicajanu M., 2015; Irimie S., 2015; Marica L., 2015; Munteanu R., 2015)¹².

Esta complejidad de respaldar sistemas se basa en que “una de las diferencias fundamentales que separa a los negocios de los sistemas de control automático

⁷ Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value, First Edition. John S. Mitchell. © 2015 John Wiley & Sons, Inc. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 8

⁸ DuPont: Delivering Operational Excellence to the Global Market, 2005

⁹ Sistema de Gestión de la Excelencia Operacional de Chevron

¹⁰ Reporte Anual 2008 de ExxonMobil

¹¹ Reporte Anual 2011 de ExxonMobil

¹² Ghicajanu M., Irimie S., Marica L., Munteanu R.; (2015), “Criteria for Excellence in Business”, Procedia Economics and Finance 23 445-452

de la producción puede transformarse en una barrera primaria para el éxito y, por ello, pueden ganarse muchísimos beneficios de la implementación de los factores de valor de la excelencia operacional.” (Mitchell J., 2015)¹³.

4.1.4. ENFOQUE DE CAMBIO HACIA LA EXCELENCIA OPERACIONAL

De cara a estos retos, “el proceso de pensamiento tradicional que resultaba en una separación del negocio y de los dominios de las operaciones ha cambiado. Ya no pueden ser ejecutadas todas las funciones de misión del negocio en una proyección de base mensual, porque la dinámica del típico sistema de operación de una empresa ha empezado a variar en un periodo de tiempo más corto.” (Mitchell J., 2015). Autores relatan que “el pensamiento tradicional de enfocarse en profesionalidad a niveles de altos cargos ejecutivos y líderes de la empresa; y enfocándose en la eficiencia sólo a niveles operativos ya no es adecuado.” (Mitchell J., 2015).

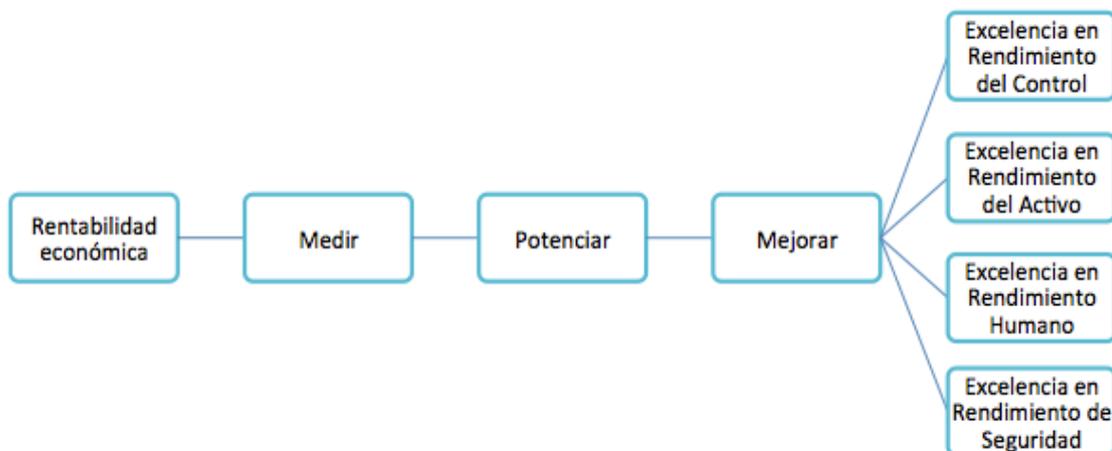


Figura 2 Esquema de medidas enfocadas en excelencia operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)

Por otra parte, el Dr. Amendola ha definido la excelencia operativa en torno a cinco factores fundamentales:

- Excelencia de los Procesos.
- Excelencia de los Activos.

¹³ Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value, First Edition. John S. Mitchell. © 2015 John Wiley & Sons, Inc. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 101

- Excelencia de las Personas.
- Excelencia del Negocio.
- Excelencia en el Medio Ambiente y la Seguridad.

(Amendola L., 2013).

La efectividad está orientada a los resultados. Como podemos ver en el siguiente diagrama, la efectividad se centra en la forma en que las metas trazadas se han cumplido, tomando en cuenta cuál fue el rendimiento obtenido para lograr esos resultados. La máxima efectividad se obtiene a través de una buena priorización de las tareas que aporten valor a los procesos del negocio y su correcto desempeño en la ejecución de éstos.

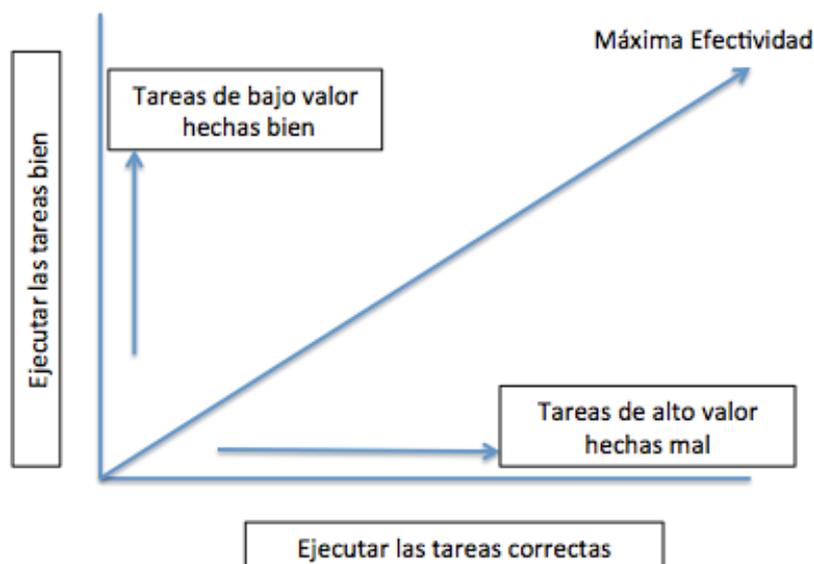


Figura 3 Eficiencia Vs. Efectividad. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Todos dentro de la organización deben comprender el valor de la excelencia operacional y sus beneficios. “La excelencia operacional conduce a una alta calidad y productividad y a la entrega puntual de bienes y servicios competitivos a los clientes” (Amendola L., 2013). Primero, “los ejecutivos deben convencerse de la necesidad de perseguir metas para la organización que sean bien definidas, realistas y alcanzables para la organización, resaltando el valor que tienen y la necesidad de ejecutarlas, llegando a un grado de detalle donde se analicen las responsabilidades individuales.” Por ende, la excelencia operacional llegará a todos las personas e impactará al negocio, razón por la cual que debe ser entendida y aceptada dentro de la empresa. Un factor que toma en cuenta la

excelencia operacional es involucrar en los procesos auditorías que sirvan de apoyo para que éstos funcionen bien, incluyendo procesos que involucren a clientes y proveedores, así como del entorno que la rodea. La honestidad, integridad, compromiso, iniciativa y responsabilidad nuevamente se tornan fundamentales para conseguir esta sinergia que satisfaga la demanda del negocio, de la cultura corporativa y de la visión de la organización.

“Ambiciones, objetivos organizacionales claramente definidos, importancia, necesidades y beneficios, así como también responsabilidades individuales y de la organización, deben estar evidentemente enumerados y totalmente entendidos por todos” (Mitchell J., 2015). Como menciona el Dr. Peter G. Martin, Vicepresidente de Invensys, “es difícil ver las revoluciones cuándo están sucediendo, ocurre sólo con retrospectión.” (Mitchell J., 2015). La retrospectión asegura para que “el negocio y los sistemas operacionales estén totalmente integrados a través de la excelencia operacional para tener el deseado impacto positivo en el valor del negocio.” (Mitchell J., 2015). Es por ello que para hacer mediciones más precisas y tener un impacto positivo para el negocio, “la Excelencia Operacional Efectiva, en el emergente entorno empresarial de la industria en tiempo real, debe estar orientada más allá de la eficiencia y la rentabilidad.” (Mitchell J., 2015).

4.1.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL

Para iniciar con la implementación de la Excelencia Operacional, los objetivos deben ser claros, visibles y activos para con el personal. Los líderes tiene que ser empáticos con las necesidades para el crecimiento y el enriquecimiento de la estrategia, como motor de cambio en la empresa y “líderes orientados con gran energía, apasionados y dando un ejemplo personal y continuamente demandando excelencia y perfeccionamiento vigorizarán a aquéllos a quienes lideran e influenciarán a los trabajadores a alcanzar resultados que hubieran imaginado que no eran posibles.” (Mitchell J., 2015). Expertos en la Excelencia Operacional indican que “la cooperación entre todos los departamentos en todos los niveles es absolutamente esencial para obtener el máximo desempeño y efectividad. Nadie

tiene todas las respuestas, pero juntos las tendremos.” (Mitchell J., 2015).

La aceptación en el interior de todas las personas que forman parte del negocio es un paso inicial. Sin este acuerdo, habrá una fractura en el desarrollo de la cultura corporativa, al no tener a todos los miembros de la organización comprometidos y trabajando hacia un mismo camino trazado en común. Las fuerzas no sumarían, al contrario, se restarían si las personas de la organización miran hacia otros caminos, desaprovechando los activos y el potencial que la empresa puede llegar a aportar a su entorno. Las responsabilidades deben quedar bien definidas en la organización. La Excelencia en los Activos, como define el Dr. Amendola, es “equilibrar la utilización eficaz y la disponibilidad de todos los activos para obtener una rentabilidad máxima empresarial.” (Amendola L., 2013).

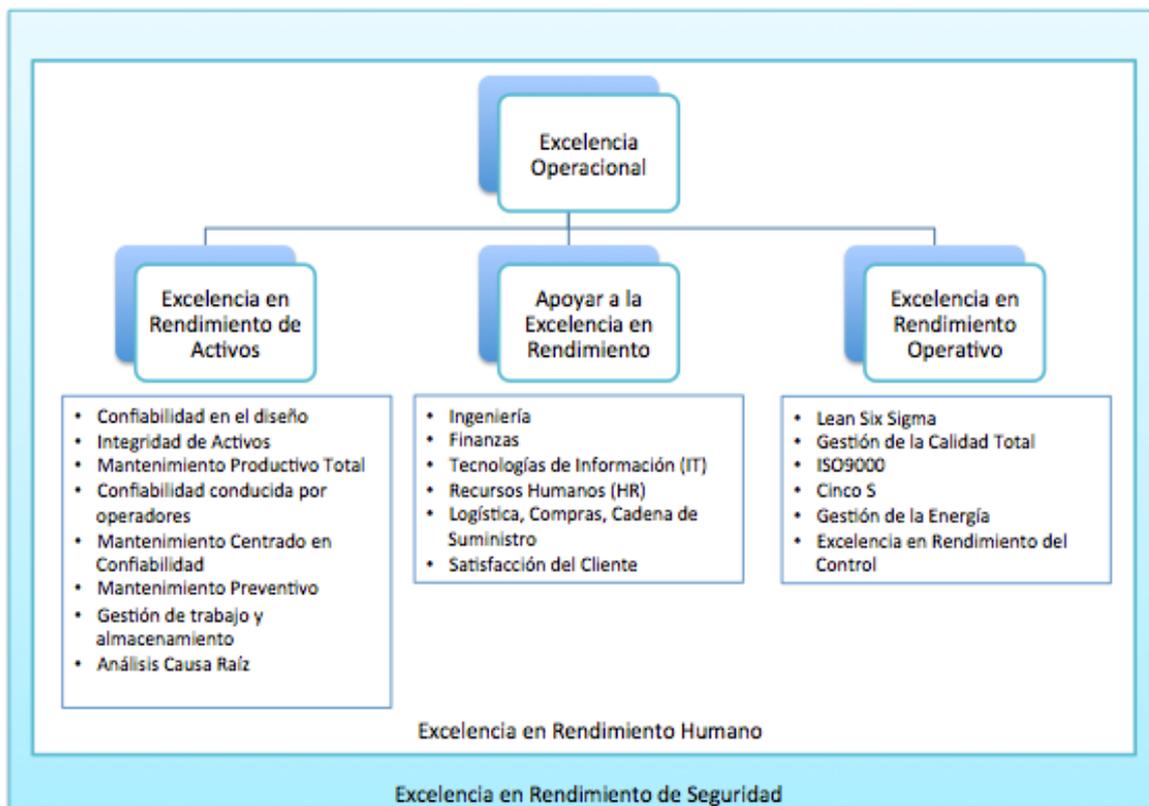


Figura 4 Divisiones funcionales dentro de la Excelencia Operacional. Fuente: “Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value” (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Muchos líderes de empresas importantes han coincidido en que la excelencia operacional es una buena metodología para implementar dentro de sus organizaciones. En definitiva, tanto grandes, como pequeñas y medianas organizaciones buscan más detalles y sólidos consejos sobre cómo implementar

en sus sistemas programas de excelencia operacional para lograr mejores resultados. “Frecuentemente, un directivo preguntará y esperará por una solución milagrosa, una cosa que solo puede ser llevada a cabo para satisfacer todos los objetivos y resolver todas las deficiencias. Aunque no sea la respuesta esperada, la Excelencia Operacional es la solución ideal.” (Mitchell J., 2015)¹⁴. La dirección de la organización es la encargada de asegurarse de que las partes que componen a la organización estén familiarizadas y cómodas con la estrategia a seguir. Según un CEO de una empresa Fortune 250, “Los empleados guiados por equipos con liderazgo hacen increíblemente buenos planes estratégicos y tácticos, si se les da la oportunidad. Lo más importante es que ellos tengan el total reconocimiento por el plan, su implementación y los resultados.” (Mitchell J., 2015). Una definición profunda de la Excelencia Operacional se puede encontrar en la declaración de Sutton (2012), en la que argumenta que “la Excelencia Operacional significa enfocarse estratégicamente en maximizar el valor que las operaciones entregan a los clientes, a través de un sólido liderazgo, el poder de la gente, el uso de las mejores prácticas en la industria y la aplicación de tecnologías con valor añadido. La Excelencia Operacional permite proporcionar servicios sustentables de alta calidad, económicos y funciones que proveen un excepcional valor al cliente.” (Jaeger A., 2014; Matyas K., 2014; Sihn W., 2014)¹⁵. También Sutton (2012) indica que “las empresas que apalancan la Excelencia Operacional como una ventaja competitiva estratégica reconocen que la efectividad de sus operaciones tienen un rol central para crear y sustentar la satisfacción y lealtad del cliente.” (Jaeger A., 2014; Matyas K., 2014; Sihn W., 2014). Dentro de la excelencia operacional se pueden identificar tres grandes grupos en los cuáles puede ser subdividida:

1. Excelencia en el desempeño operacional que contribuya a optimizar los tiempos de producción, mejorar los propios procesos y aumentar la efectividad y calidad con herramientas como TQM (Total Quality Manufacturing) o Lean Six Sigma.
2. Excelencia en el desempeño de los activos para maximizar el beneficio que

¹⁴ *Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value*, First Edition. John S. Mitchell. © 2015 John Wiley & Sons, Inc. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 58

¹⁵ Jaeger A., Matyas K., Marica L., Sihn W.; (2014), “Development of an assessment framework for Operations Excellence (OsE), based on the paradigm change in Operational Excellence (OE)”, *Procedia CIRP* 17 (2014) 487 – 492

producen a la organización sus activos productivos.

3. Excelencia en el desempeño del soporte; lo cual quiere decir que se necesita una sinergia efectiva entre la ingeniería y desarrollo, producción, procesos recursos humanos, compras, logística, comercial y todos los otros departamentos que conforman la organización.

Englobar la excelencia operacional nos llevaría también a hablar de términos de seguridad para realizar los procesos, la organización y el compromiso individual de cada uno con ella. El valor de los activos, la efectividad y el incremento del valor de la organización recaen dentro de la excelencia invariablemente. Los objetivos comunes, la gestión integrada, el control y la administración refuerzan a la organización. “La Excelencia Operacional es el desarrollo de facilitadores que generen beneficios competitivos en un entorno dinámico basado en los recursos de la organización para su adaptabilidad. La composición y la expansión de los facilitadores es la base para la mejora continua, el cambio y la optimización de los procesos del negocio. Por ello, la Excelencia Operacional es la habilidad dinámica de realizar procesos esenciales efectivos y eficientes en la creación de la cadena de valor utilizando factores tecnológicos, culturales y organizacionales de una manera integradora y basada en la respectiva estrategia.” (Jaeger A., 2014; Matyas K., 2014; Sihn W., 2014). Mitchel también alerta a las organizaciones de que “la Excelencia Operacional es un programa dinámico que evoluciona constantemente y mejora, como condición, el cambio interno y externo. Así, siguiendo el programa inicial de implementación, el escenario se transforma y se revisan en intervalos regulares. En el proceso de revisión, todos los elementos del programa, incluyendo sus objetivos, deben estar alineados con la misión del negocio y la estrategia; organizando supuestos, liderazgo, administración, control, sistemas de gestión, y la funcionalidad serán cuestionados y mejorados según sea requerido.” (Mitchell J., 2015)¹⁶.

¹⁶ Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value, First Edition. John S. Mitchell. © 2015 John Wiley & Sons, Inc. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 66

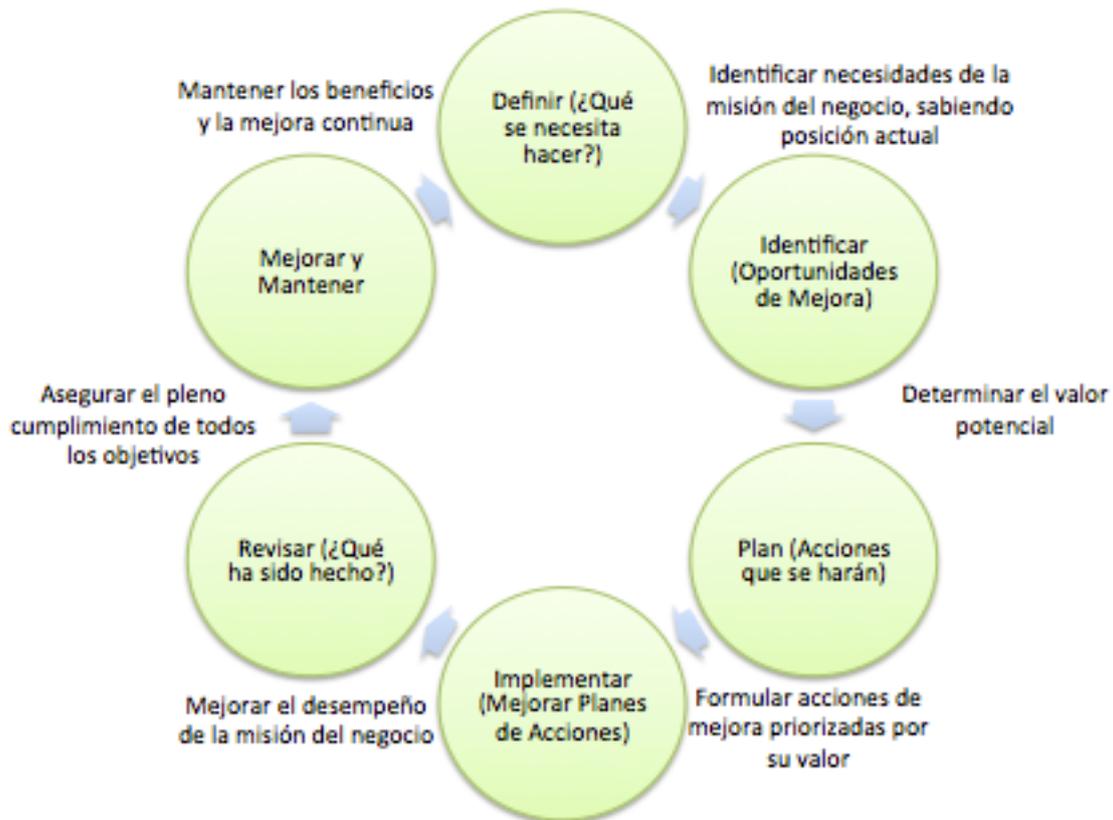


Figura 5 Seis fases para la Excelencia Operacional. Fuente: "Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value" (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)

En este diagrama se muestran las etapas en las que se engloban algunos elementos del programa y los procesos para alinear los objetivos y ver que cada etapa influye en la siguiente, según Mitchell. También propone que "la cultura de trabajo positiva, comprometida, honesta y responsable hará que el desarrollo sea bueno y esté alineado con la estrategia, misión y visión de la organización. El liderazgo, la administración y los sistemas de gestión se verán obligados a aumentar su efectividad frente a este reto de mejora imprescindible hacia el logro de la excelencia operacional dentro de su entorno." (Mitchell J., 2015). Los planes para implementar la Excelencia Operacional requieren de acciones de mejora detalladas son desarrollados y los resultados son evaluados continuamente desde que se comienzan a implementar hasta que se completan, registrando las correcciones ejecutadas que fueron necesarias para lograr los objetivos. Así podemos decir que el resultado será un éxito muy significativo para todos los miembros de la organización. Durante toda esa planeación de acciones y ejecución, el liderazgo a través del ejemplo es una fuerte influencia que estimula y compromete también a los demás miembros de todos los niveles de la empresa.

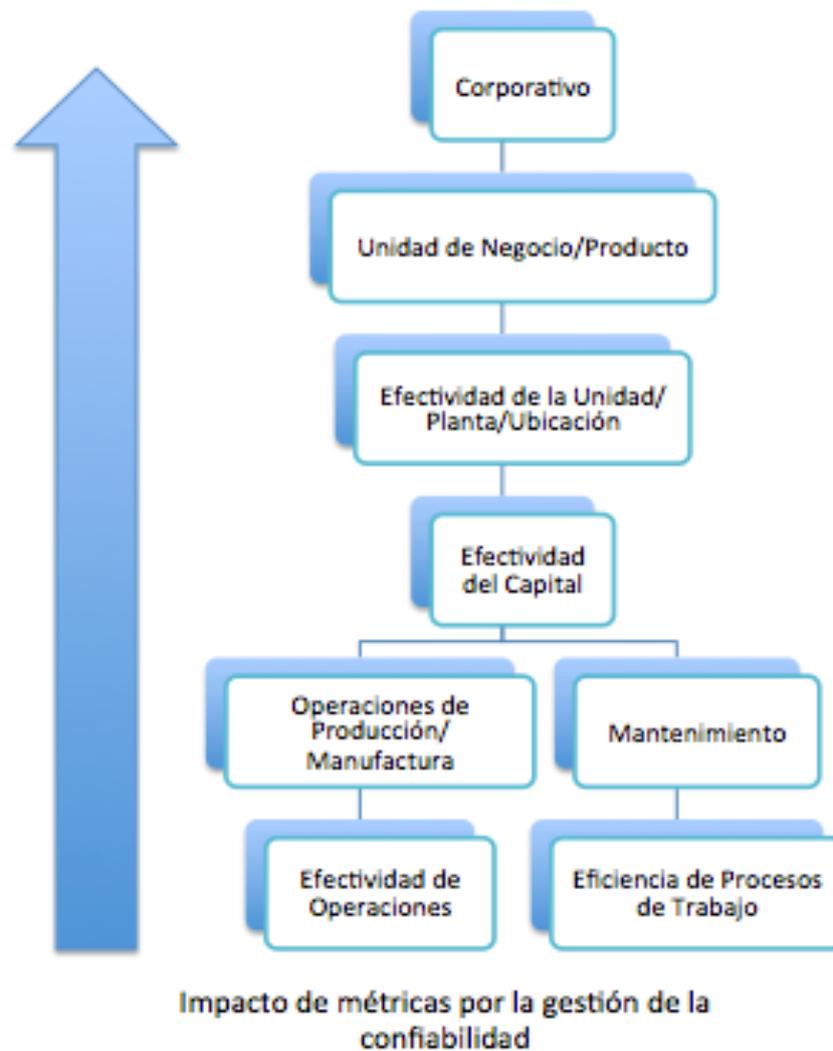


Figura 6 Estratificadas, las métricas ligadas son esenciales para demostrar valor. Fuente: "Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value" (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)

La metodología de la excelencia operacional cuenta con prácticas y procedimientos probados en muchas organizaciones, con una secuencia que prioriza el valor y la reducción del riesgo en las acciones, reflejándose en la seguridad de las mismas. Se aplican para resolver problemas identificados, fortalecer partes endebles detectadas al interior de la organización y obtener valor por las mejoras. Según autores, "las organizaciones que están buscando alcanzar niveles más altos de sus beneficios financieros y operacionales deben concentrarse en llegar a ser más orientadas a procesos a nivel intraorganizacional." (Movahedi B., 2016; Lavassani K., 2016; Kumar U.,2016)¹⁷.

¹⁷ Bahar Movahedi Kayvan Miri-Lavassani Uma Kumar, (2016),"Operational excellence through business process orientation: an intra- and inter-organizational analysis", The TQM Journal, Vol. 28 Iss 3 pp. -

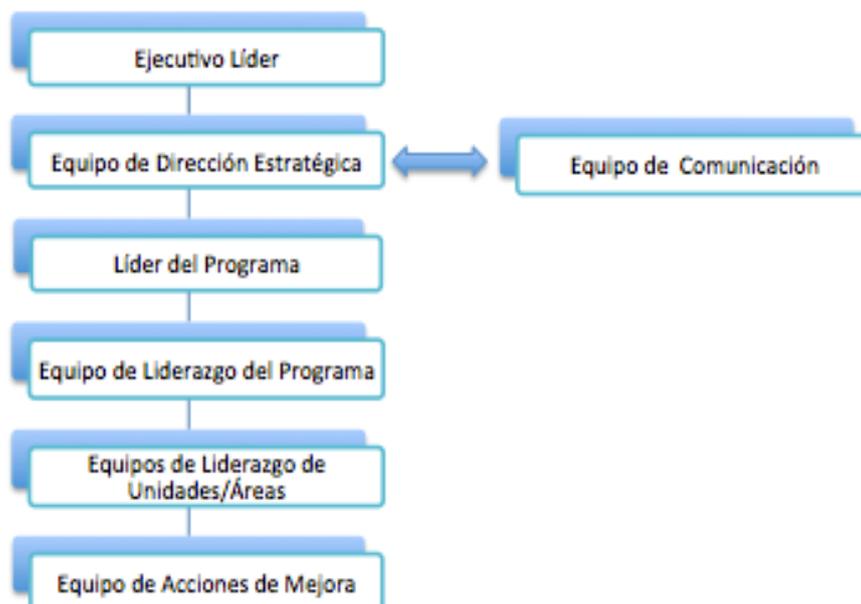
La información y los datos que se utilicen para esta iniciativa deben ser completos, precisos, accesibles y fáciles de entender para todos porque de esto dependerán las mejoras propuestas y el valor que se le dé a las priorizaciones. Gestionar la información y controlar la documentación serán vitales para el éxito del proyecto; integrando totalmente los sistemas de información y sean capaces de generar reportes sobre la efectividad de las operaciones, la logística y sobre muchos otros procesos que aportan valor a las operaciones de la organización. Los resultados a corto plazo aportarán credibilidad al proyecto y facilitarán un apoyo a largo plazo, tomando en las organizaciones acciones como:

- Basar la excelencia de acuerdo a sus fortalezas en el negocio.
- Utilizar el know-how de la organización.
- Fortalecer las debilidades.
- Derrumbar mitos y barreras que impidan el éxito.
- Analizar e identificar oportunidades para mejorar el orden de la priorización del valor.
- Producir valor y resultados tangibles en el menor tiempo posible.

Los resultados de la excelencia operacional, junto con los de la visión y misión del negocio, tardan un tiempo en verse reflejados. “La propiedad y el compromiso son esenciales para mejorar exitosamente y toma tiempo y esfuerzo para lograrlo. Los empleados están normalmente en su zona de confort en un status quo. Para ellos puede ser más lento aceptar los cambios en la administración porque la experiencia indica que el cambio será olvidado en 6 meses o el cambio por sí mismo será modificado.” (Mitchell J., 2015). Dentro del plan para la Excelencia Operacional, “los empleados involucrados y comprometidos con la creación deben tomar parte esencial y temprana en la estrategia global de mejora. Los empleados deben saber y creer en porque se debe cambiar y mejorar. Declaraciones claras de las necesidades, estrategia y beneficios son esenciales para pavimentar el camino hacia la mejora exitosa.” (Mitchell J., 2015). El programa debe ser ávidamente impulsado por un ejecutivo con un alto cargo, en quién la gente confíe y que se muestre comprometido con el programa de excelencia operacional. El ejecutivo debe tener suficiente poder e interés para echar a andar las mejoras en la administración e implementar tecnología en los sistemas de la organización, promoviendo el éxito para ganar el máximo valor

sostenible que les sea posible dentro de su ámbito. Como colaboradores debemos ser capaces de atraer el mejor talento y seleccionarlo para nuestra organización. Para apoyar a los altos ejecutivos en la implementación de la excelencia operacional se debe tener un diagrama con los mandos al frente del proyecto. Sobre todo, a los directores del proyecto se les debe poner lo más alto posible en la estructura para que tengan poder de influencia en los demás departamentos y puedan gestionar los recursos necesarios para producir resultados deseados y tangibles. “Debemos hacer cambios para alinear más estrechamente nuestra manufactura con el mercado y los requerimientos de los clientes y reformar nuestra estructura de costos para tener mayor consistencia con el negocio y la realidad del mercado.” (Mitchell J., 2015)¹⁸. Por otra parte, “los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas o iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento”, (Amendola L., 2013).

¹⁸ Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value, First Edition. John S. Mitchell. © 2015 John Wiley & Sons, Inc. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc. pp. 115



Equipo de Dirección	Director de Planta y de Negocio, Líder de Iniciativa
Equipo de Comunicación	Líder de Equipo de Comunicación y sus Miembros
Equipo de Liderazgo del Programa	Líder de Iniciativa, Superintendentes de Planta, Otros Líderes
Equipo de Liderazgo de Área/ Unidad	Líder de iniciativa, Ingenieros de Procesos y Confiabilidad, Gerentes de Áreas de Producción y Mantenimiento, Supervisores de Primera Línea, Oficinas.
Equipo de Acción de Mejora	Líder de Equipo de Mejora, Ingeniero de Producción y Confiabilidad, Operadores, Oficinas, Especialistas Técnicos.

Figura 7 Organización típica en un programa de Excelencia Operacional. Fuente: "Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value" (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

“La Excelencia Personal implica empoderar a todo el personal involucrado en las operaciones de producción desde el CEO hasta las operaciones de primera línea y personal de mantenimiento y operaciones, con la información y la capacidad necesaria para maximizar el valor de la producción para una mayor rentabilidad.” (Amendola L., 2013). El principal ejecutivo debe convencer al resto del equipo de la necesidad y los beneficios que pueden conllevar un camino hacia la excelencia en los negocios en los que se desenvuelve la organización. Primero, debe transmitir una visión que sea capaz de describir el destino al que pretenden llegar y el motivo o razón por la cual se quiere llegar a ello, enfatizando los aspectos positivos de esto y siendo específico en los recursos necesarios para completar y pavimentar dicho camino con objetivos demandantes, pero a la vez realistas y coherentes con la visión para que sean alcanzados por el equipo. Conforme el programa de excelencia operacional va madurando, la estrategia y el plan de

acción deben ser revisados para asegurarse que siguen alineados con la misión de la empresa, sus objetivos y la estrategia inicial planteada para ver si se ha maximizado la contribución. El ejecutivo debe seguir igual de motivado e implicado, como al principio, para que su compromiso con el proyecto sea notorio. “La Excelencia Operacional es un viaje continuo, no el programa del mes.” (Mitchell J., 2015). También este autor opina que “la gente trabajando junta y de manera constructiva en equipos para cumplir algo en común, acuerda sobre un objetivo y puede lograr significativamente más que los mismos individuos trabajando por si solos. Un buen equipo es más que la suma de todas las partes.” (Mitchell J., 2015). Dentro de las responsabilidades del equipo de dirección está el crear una versión inicial del programa que se utilizará para implementar la excelencia operacional que sirva de manual a la organización. Este manual debe ser capaz de comunicar a la empresa los objetivos de la misión de manera clara, junto con la estrategia esclarecida y la priorización de las soluciones o modificaciones para llegar a la excelencia. La versión inicial del manual para el programa de excelencia operacional contiene una matriz de responsabilidades (RACI) en la que se distribuyan preliminarmente los distintos roles del equipo del proyecto para planificar, ejecutar y monitorear las tareas. “Para alcanzar un completo éxito de la Excelencia Operacional, es imperativo tener una total necesidad y una activa estructura de liderazgo.” (Mitchell J., 2015).

“Todas las personas en las organizaciones industriales que afectan el rendimiento operativo deben proporcionar la información contextualizada a entender de cómo sus acciones impactan en el rendimiento de producción y cuáles son la herramientas utilizadas para impulsar los resultados positivos de sus acciones.” (Amendola L., 2013).

Programa de Excelencia Operacional	Líder Ejecutivo	Equipo de Dirección	Líder del Programa	Equipo de Liderazgo	Líderes de Equipos de Mejora	Equipo de Comunicación	Director de Planta/Sitio	Dirección de Planta/Sitio	Personal de Apoyo
Establecer las necesidades del negocio	A	I	I	I	I	I	I	I	I
Acordar los objetivos del programa	S	A	R	I	I	I	I	I	I
Transmitir beneficios del programa al personal		S	S	C	C	A	S	C	C
Crear procesos de análisis de riesgo y valor		A	R	C	I		C	C	
Crear programa de estrategia		S	A	R	C	I	C	C	C
Identificar oportunidades de mejora		C	R	A	R	I	C	C	C
Desarrollar planes de acción		I	R	S	A	I	C	C	C
Aprobar planes de acción		A	R	R	R	I	S	S	S
Implementar planes de acción		I	S	S	A	I	S	S	S
Seguimiento para asegurar resultados		I	R	S	A	I	I	I	I
Publicar logros	I	S	S	S	S	I	I	I	I
Identificar nuevas oportunidades de mejora		C	R	R	A	I	C	C	C

Figura 8 Diagrama RASCI para el programa de Excelencia Operacional. Fuente: "Operational Excellence: Journey to Creating Sustainable Value" (Mitchell J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Esto ilustra que "si cada uno de los gestores de activos impulsa el máximo rendimiento en su ámbito de responsabilidad, el resultado será la máxima rentabilidad de la empresa." (Amendola L., 2013).

4.2. INDUSTRIA 4.0

4.2.1. UNA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

“El concepto revolución industrial refiere a los cambios de los sistemas económicos, tecnológicos y sociales de la industria; especialmente enfocados en las circunstancias del trabajo, los cambios en las condiciones de vida y en la salud económica.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014)¹⁹. Una nueva era está empezando y con ello se avecinan nuevos procesos. “El cambio organizacional hacia la industria 4.0 será posible solamente incrementando los niveles de colaboración. Por ejemplo, recursos de manufactura organizándose a sí mismos necesitan no solo colaborar con otros recursos, sino también con las personas que establecer los parámetros planeados. Esto requiere un grado alto de colaboración, no solo en un nivel general a lo largo de la empresa, sino particularmente en un nivel fino de detalle entre los humanos y las máquinas.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014)²⁰. Estos autores dicen que “basado en el concepto de la revolución industrial, la anunciada cuarta revolución industrial será clasificada y, subsecuentemente, los sistemas de producción socio-técnicos serán introducidos como una referencia donde el hombre representará uno de los elementos. Partiendo de estos cambios motivados por la tecnología en el diseño del trabajo y sus requerimientos, estarán identificadas las aptitudes que puedan liderar hacia la regulación de la acción en el trabajo.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014).

¹⁹ Dombrowski U., Wagner T.; (2014), "Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution", *Procedia CIRP* 17 (2014) 100 – 105

²⁰ Schuh S., Potente T., Varandani R., Hausberg C., Fränken B.; (2014), "Collaboration Moves Productivity To The Next Level", *Procedia CIRP* 17 (2014) 3 – 8

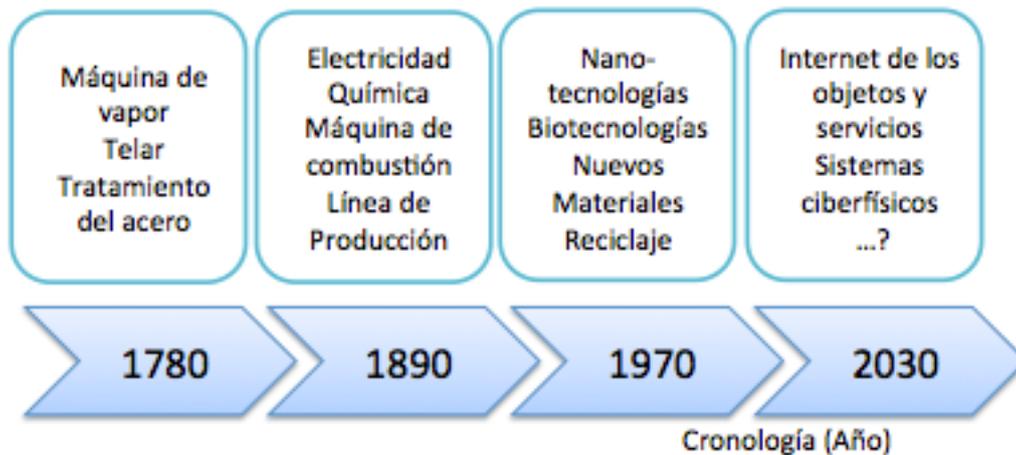


Figura 9 Cronología de las tecnologías claves en las revoluciones industriales. Fuente: "Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution" (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Esta tendencia, se interpreta como "una moda mundial en los países de manufactura avanzada está definiendo a la Industria 4.0, el internet industrial y las fábricas del futuro como una nueva ola que puede revolucionar la producción y sus servicios asociados." (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015)²¹. De acuerdo a Lee y Lapira (2013), "el término industria 4.0 fue introducido por Siemens y hace referencia a las máquinas y a los sistemas de producción junto con los sistemas de comunicación y control ciber-físicos, integrando sistemas interconectados." (Lee & Lapira, 2013) (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015)²². Tan solo en países desarrollados como Alemania, Anon (2013) menciona que "considerando los desarrollos recientes y diversos puntos de vista, se ha estimado que el valor bruto alemán sea impulsado por un acumulado de 267 billones de euros en 2025 al introducir la industria 4.0." (Anon, 2013) (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015).

²¹ Toro C., Barandiaran I., Posada J.; (2015), "A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0", *Procedia Computer Science* 60 (2015) 362 – 370

²² Bagheri B., Yang S., Kao H., Lee J.; (2015), "Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment", *IFAC-PapersOnLine* 48-3 (2015) 1622–1627

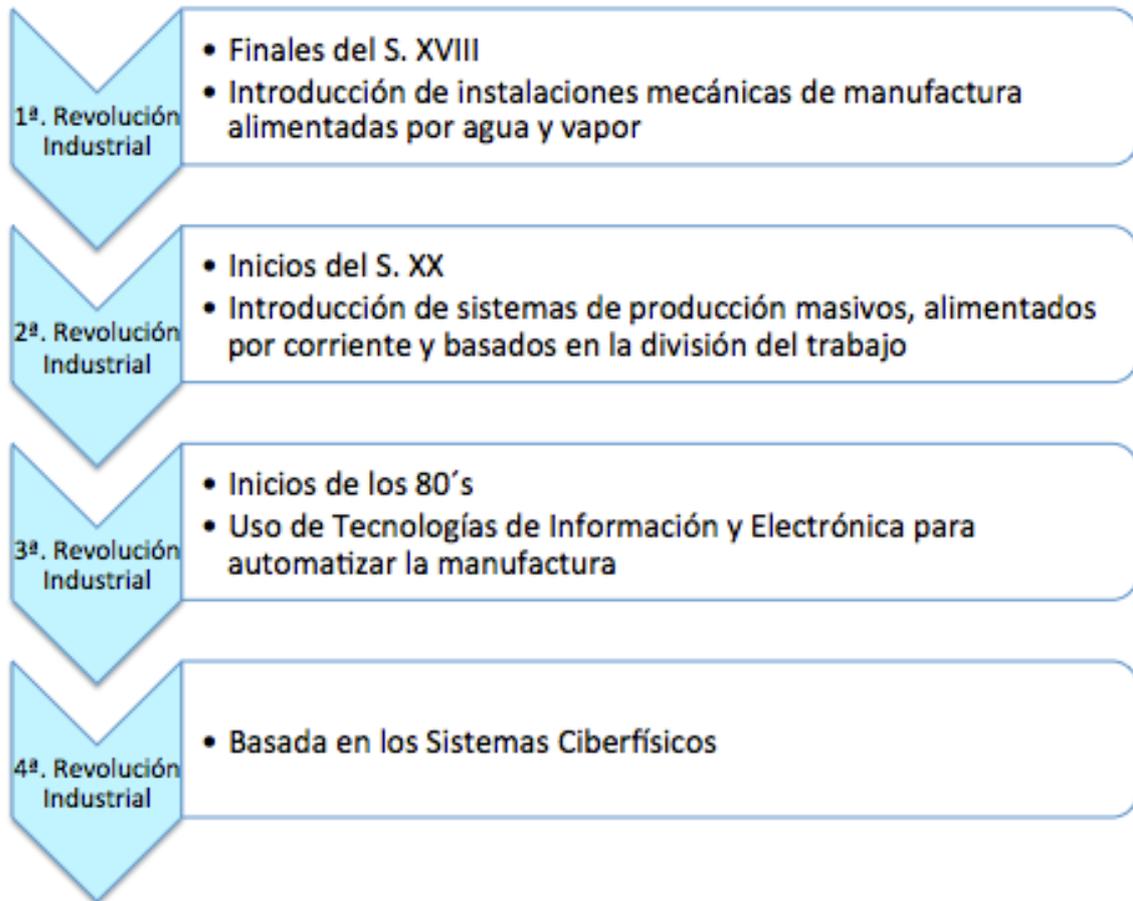


Figura 10 Industria 4.0. La cuarta revolución industrial con CPS. Fuente: "A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0" (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Según académicos, "la visión de la inminente revolución industrial incluye conceptos tecnológicos y soluciones para facilitar la combinación de la economía de escala con la economía de alcance. Esta cuarta revolución industrial está caracterizada por un alto nivel de complejidad y por utilizar una integración total del producto con el proceso de producción. Por ello, es necesario encontrar un camino para adaptarlo en producción masiva." (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). Autores coinciden en que "la industria 4.0 es capaz ofrecer aumentos en la productividad, porque el avance tecnológico permite mejorar considerablemente la colaboración, en particular en términos de los tres dimensionales colaborativas en una estructura y avanzar hacia mayores niveles de productividad." Las dimensiones colaborativas son cooperación, comunicación y coordinación. (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B.,

2014) ²³. Mencionan además que “el objetivo primordial del crecimiento en la colaboración y la productividad en el contexto de la industria 4.0 es un costo más bajo por pieza. Para poder medir este objetivo y entender la correlación, es necesario medir los efectos en las áreas principales de una compañía productora, que son la producción y la ingeniería. Estamos hablando del retorno de ingeniería y retorno de producción.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014) ²⁴. Para ellos, “la visión de la industria 4.0 es representar diversos sistemas ciber-físicos creados para interconectar de manera autónoma y a través de la organización un diseño estandarizado e interfaces comunes.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Según líderes de esta iniciativa, “las redes informáticas y la nube han preparado la amplia implementación de sensores, sistemas de adquisición de datos, infraestructura para diseñar e implementar redes informáticas ciber-físicas y así introducir la industria 4.0.” (Heng, 2014) (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015). Además, “el sentimiento que la mayoría de los directores de las compañías manufactureras es que esta nueva revolución debería ser implementada lo antes posible para mejorar sus líneas de producción con la tecnología inteligente deseada y prometida. Sin embargo, la realidad de muchas de las compañías es la existencia de sistemas legales y soluciones monolíticas que en el mejor de los casos daría solo interconectividad limitada al proveer los bancos de información básica en formatos no comunes.” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015). Otros académicos hacen énfasis en que “el desarrollo hacia la industria 4.0 tiene una sustancial influencia en la industria manufacturera actualmente. Está basada en el establecimiento de fábricas inteligentes, productos inteligentes y servicios inteligentes integrados en el internet de las cosas.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016)²⁵. De acuerdo a autores (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015), se deben plantear 3

²³ Schuh G., Potente T., Varandani R., Schmitz T.; (2014), " Global Footprint Design based on genetic algorithms – An “Industry 4.0” perspective ", CIRP Annals - Manufacturing Technology 63 433–436

²⁴ Schuh G., Potente T., Wesch-Potente C., Weber A., Prote J.; (2014), "Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0", Procedia CIRP 19 (2014) 51 – 56

²⁵ Stock T., Seliger G.; (2016), " Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0 ", Procedia CIRP 40 (2016) 536 – 541

preguntas:

1. ¿Cuál es el estado actual de la organización?
2. ¿En qué se debe prestar atención para implementar la industria 4.0 en la organización?
3. ¿Cómo involucrar la experiencia y la toma de decisiones para extender en la compañía el know-how que se encuentra solo en los expertos de la compañía actualmente?

La industria 4.0 es una realidad como se manifiesta en la opinión de Carlos Toro (2015): “Se encuentra ampliamente aceptada la visión de que las tecnologías relacionadas con la industria 4.0 han provocado ya un impacto real en el presente y el futuro de los sistemas industriales de manufactura.” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015).

4.2.2. TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LOS SISTEMAS CIBERFÍSICOS

Las investigaciones resaltan que “en un sistema de manufactura, la interrelación inteligente está realizada por una aplicación llamada sistemas ciberfísicos (CPS) que operan de una manera descentralizada y organizada por ellos mismos.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014). Para estos autores, “los sistemas ciberfísicos interconectan el mundo físico con el mundo de la tecnología de la información y pueden ser considerados el próximo propósito general de la tecnología que permitirá dar paso a la cuarta revolución industrial.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Coinciden en que “los sistemas ciberfísicos están conectados de manera inteligente unos con otros y están intercambiando datos continuamente a través de redes virtuales en tiempo real, como la nube. La nube por sí misma está implementada en el internet de los objetos. Estos sistemas utilizan la interfaz entre las personas y las máquinas para interactuar con operarios.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014). Los sistemas ciberfísicos juegan un papel principal para dar realce a las

diversas tecnologías y que éstas puedan interactuar entre sí; dando lugar a Sistemas Inteligentes. “Los sistemas ciberfísicos (CPS) se refieren a la convergencia del mundo físico con el mundo digital (ciberespacio). Cuando se aplica a la producción, los sistemas ciber-físicos están especializados en sistemas de producción ciberfísicos (CPPS).” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015). Lee (2013) añade que “el término sistemas ciberfísicos (CPS) ha sido definido como transformar las fábricas de hoy en una fábrica de la industria 4.0, con la gran diferencia de que las plantas manufactureras de hoy tienen menor potencial económico, ya que puede haber sistemas naturales y humanos que se pueden comunicar y controlar en un espacio físico; integrando la informática, la cual también es otra de las grandes diferencias con las máquinas y sistemas de producción de la actualidad.” (Lee,2013) (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015).

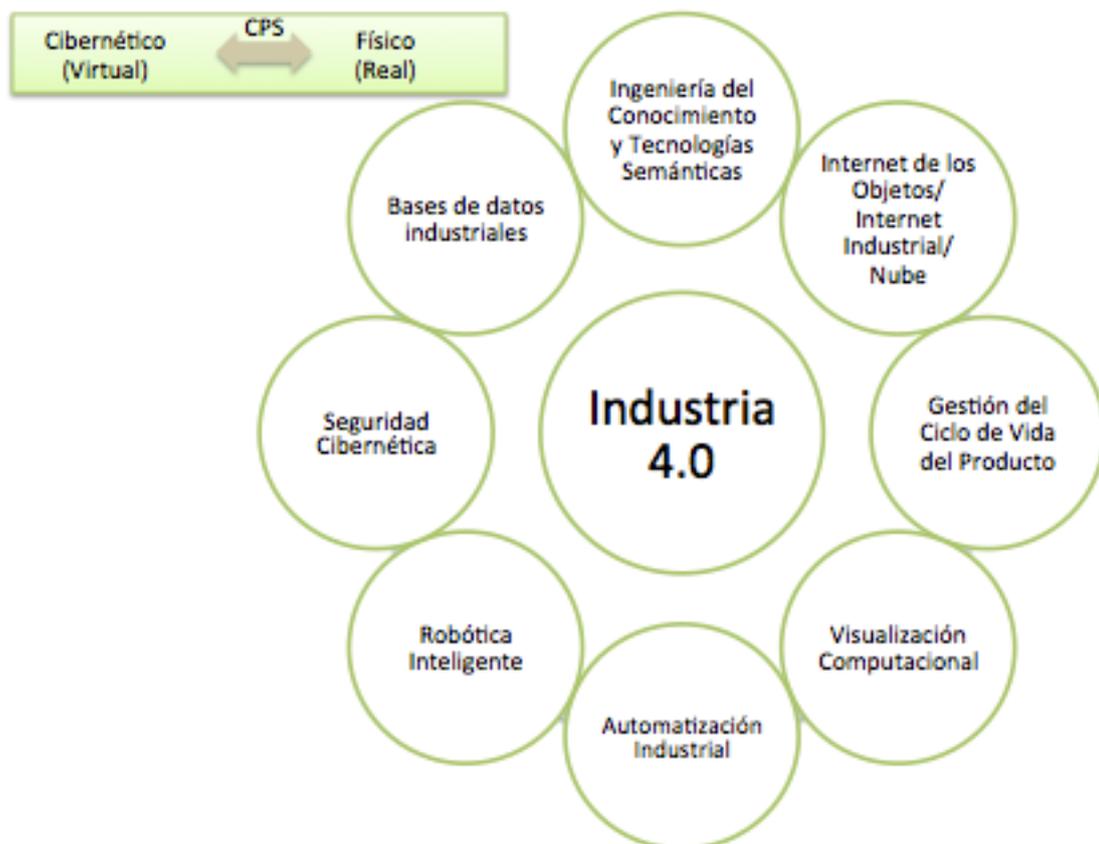


Figura 11 Conjunto de tecnologías en la Industria 4.0. Fuente: “A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)

Otra ventaja es que “los sistemas ciberfísicos pueden apoyar decisiones tomadas por sí mismos, pero se tiene que considerar también el conocimiento contextual.

La razón para esto es que la funcionalidad será capaz de considerar el impacto de un elemento dado en una máquina y en una línea de producción. El conocimiento contextual permite considerar todo el panorama y no solo enfocarte en información recogida o localizada.” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015). Es importante mencionar que en los sistemas ciberfísicos, “cada sensor y actuador tienen sus propios tiempos de captura de datos y, por lo tanto, son asincrónicos por naturaleza. La precisión requerida para monitorear o actuar acorde a una decisión es dependiente de las características de la máquina y los requerimientos del proceso de manufactura. Dado que no se puede predecir cuál es el tiempo más adecuado en que el sensor capturará datos bajo circunstancias operacionales, la sincronización en tiempo y señales frecuentes son un factor muy importante.” (Toro C., 2015; Barandiaran I., 2015; Posada J., 2015). La aportación señalan es que “los sistemas ciberfísicos ofrecen quitar la demora entre compartir la información y la producción de sentido fomentando comunicaciones descentralizadas, donde las dos características de la industria 4.0 son indispensables: primero, la omnipresencia de los sensores hará posible obtener información en un nivel de granularidad con la demora mínima; segundo, la simulación basada en datos en tiempo real permitirá anticipar efectos de optimizaciones en un contexto global, permitiendo mejor sentido de producción y empleando círculos de control descentralizados.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014). Por ello, “la característica principal de un sistema ciberfísico es permitir crear un conjunto de sistemas, que corresponda directamente a un comportamiento colaborativo de los recursos empleados. La idea involucra múltiples sistemas ciberfísicos interconectados unos con otros para combinar sus habilidades individuales para crear un nuevo sistema temporal que sea capaz de resolver tareas complejas.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014). En el entorno de un sistema productivo, los autores mencionan que “el sistema ciberfísico actúa como un centro de información en la estructura. La información es llevada allí desde cada máquina conectada para formar las redes de máquinas. Teniendo información masiva acumulada, análisis especiales tendrán que ser usados para extraer información adicional que provea una mejor percepción del estado de cada una de las máquinas.” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015). Para los autores, “los

principales mecanismos de ingeniería envueltos en este proceso son procesos de ingeniería de producto mucho más reducidos que cadena de valor virtual. El menor proceso de ingeniería de producto mejora la flexibilidad y el tiempo de desarrollo del producto. Una cadena de valor virtual permite el uso de simulaciones para tomar decisiones. Esto permite que soluciones complejas pueden ser comprendidas y se mejore en el proceso de toma de decisiones creando escenarios con mayor facilidad.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014). De acuerdo a un reporte de ACATECH, “los sistemas ciberfísicos pueden ser caracterizados por cinco dimensiones constituyentes que llevarán hacia un incremento de la apertura, complejidad e inteligencia de los sistemas.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

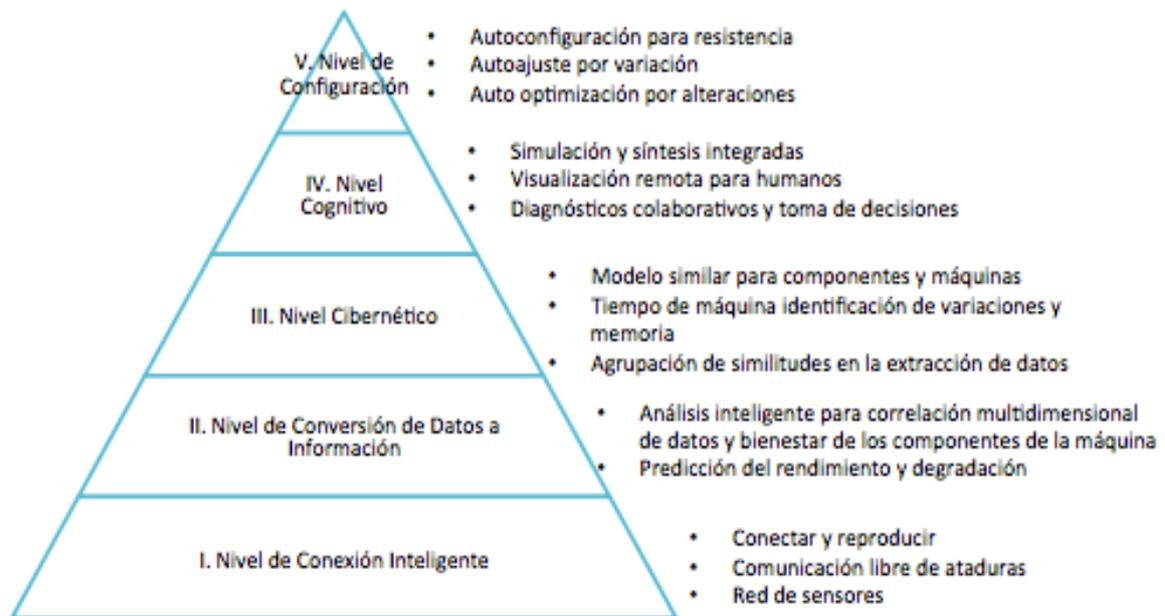


Figura 12 Arquitectura 5C's para sistemas ciberfísicos en manufactura. Fuente: “Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015;

Influenciada por el concepto de los sistemas de producción ciberfísicos, la información piramidal se transformará. Vogel-Hauser dijo que “la información piramidal resolverá y será reemplazada por una red. Los servidores y clientes serán los nodos de esta red para intercambiar datos en un modelo de información común. La arquitectura requiere comunicación para la transformación y recepción de los datos en la red.” (Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F.,

2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014)²⁶. Los sistemas de producción ciberfísicos traen la posibilidad de conectarse y ser parte de la industria 4.0. Esto, para investigadores, “involucra detectar las interfaces disponibles para la comunicación apropiada del sistema de producción.” (Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014).

Para los miembros de las organizaciones esto significa que “la congruencia de las metas en un alto nivel está armonizado con metas que son coherentes a través de la organización jerárquica y que introduce herramientas transparentes y comunes para generar reportes.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Con los sistemas ciberfísicos, las actividades multifuncionales se incrementarán. Autores dicen que “en el futuro, la interrelación de las actividades internas de la compañía y la colaboración a lo largo de la cadena de suministro será crucial para lograr altos niveles de productividad. Actualmente, la cadena de suministro optimiza la interacción entre los materiales, costos, información, gente y equipo de capital.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Según Schelten (Schelten A., 2002), “el modelo de los cinco niveles para la regulación de acciones usa la figura de un humano, descrita por la teoría de la regulación. Esta teoría asume que una persona es parte activa de su entorno y caracteriza la acción humana objetivamente, consciente y determinada. Las acciones son secuenciales y jerárquicamente organizadas se enlazan.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014).

²⁶ Schlechtendal J., Keinert M., Kretschmer F., Lechler A., Verl A.; (2014), "Making existing production systems Industry 4.0-ready ", *Prod. Eng. Res. Devel.* 9:143–148

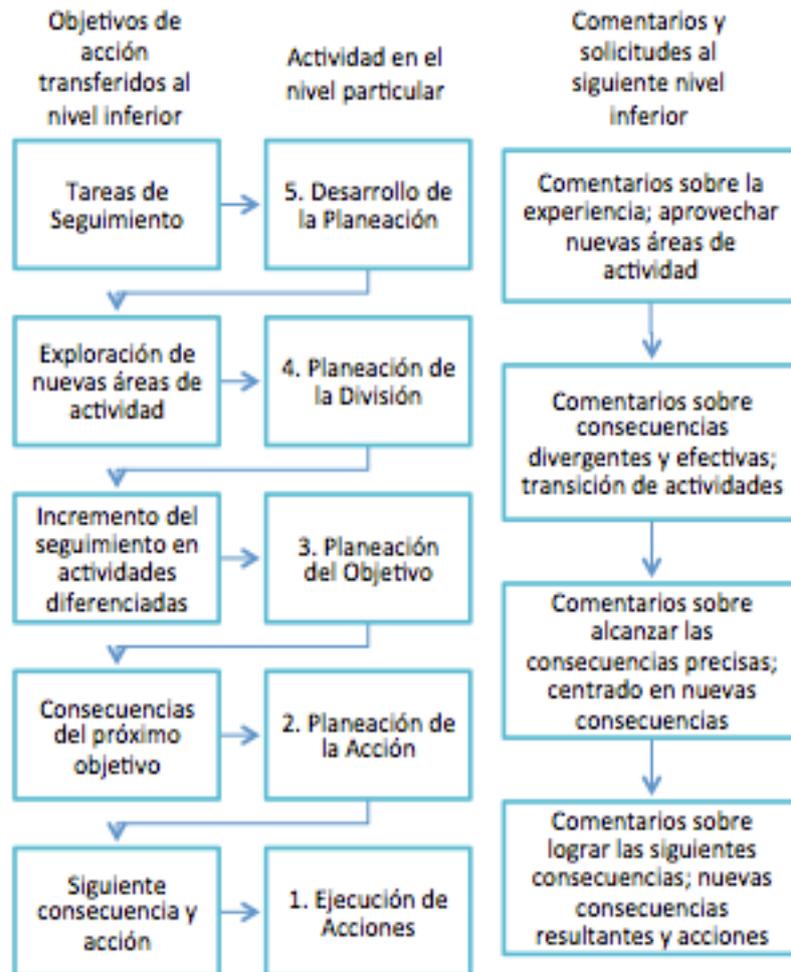


Figura 13 Modelo de cinco niveles para regulación de actividades. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dunckel H., 1999) (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz)

Se distinguen tres tecnologías base que toman parte principalmente, de acuerdo a investigadores que dicen que “la primera tecnología base son los sistemas embebidos, los cuales operan interconectados y en cooperación uno con otro en entornos cerrados. En la segunda tecnología base, por sistemas ciber-físicos es la interconexión persuasiva de los objetos físicos a través de redes locales o globales de datos, conocido como el internet de los objetos. Con el Internet de los Objetos, los objetos pueden ser especialmente identificados y cooperar independientemente e interactuar unos con otros para alcanzar objetivos comunes.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Para los académicos, “estos elementos están envueltos en un entorno de

circunstancias económicas, partes interesadas y estructuras regulatorias. Por ello, las condiciones de un elemento también son impares a otros elementos.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). De acuerdo a ACATECH, la industria 4.0 es un reto que cambiará la estructura organizacional de las compañías significativamente, trayendo consigo cinco visiones disruptivas del cambio:

1. Nuevo nivel de interacción socio-técnica con recursos de manufactura independientes que ejecutarán procesos planeados en redes de valor de la organización.
2. Productos inteligentes con detalles del proceso de manufactura y parámetros de operaciones tolerables que serán conocidos para el producto y ayudarán a optimizar la producción.
3. Producción individual que a través de una reconfiguración flexible permitirá a las organizaciones considerar las características específicas que los clientes demandan de un cierto producto a lo largo de su diseño, planeación, producción y fase de reciclaje.
4. Los empleados pueden configurar y controlar los recursos de manufactura inteligentes basados en la situación, permitiendo un control autónomo.
5. La información del producto se convertirá en un recurso central en la gestión del ciclo de vida del producto.

(Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

4.2.3. INTEGRACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES A LA INDUSTRIA 4.0

Para una óptima integración, los autores recurren al argumento de que “Los sistemas de producción impulsados por la tecnología de la industria 4.0 se adaptan a una personalización masiva. Para esto, la automatización y las aptitudes humanas para resolver problemas complejos serán unidos a los sistemas ciberfísicos. Para la gestión de sistemas controlados por sí mismos, serán necesarias tecnologías para la identificación del producto y del empleado.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). Para los autores, “con la ayuda de las tecnologías futuras y de acuerdo al enfoque de la fabricación integrada por

ordenador (CIM), será posible realizar una fábrica totalmente automatizada. Sin embargo, la industria 4.0 no tiene la finalidad de sustituir a los seres humanos en el sistema de la fábrica, sino de crear una sinergia para la colaboración entre máquinas y las personas.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). Además, “las redes entre personas y máquinas son caracterizadas por tecnologías de información inteligentes con procesos físicos controlados y monitoreados por sí mismos. La clave para facilitar esto es la tecnología de los sistemas ciber-físicos. Esta red de humanos y sistemas ciberfísicos se convierte en funcionalmente una relación operativa integrada entre lo real y lo digital. De esta manera y con un sistema de tecnologías de información global, se puede conectar con el entorno y los usuarios pueden interactuar con sus compañeros.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014).

Otro aspecto es que “las interfaces entre los sistemas ciberfísicos tienen que ser estandarizados para permitir una comunicación autónoma. Estas interfaces entre los humanos y los elementos de los sistemas ciber-físicos son el gran reto de la cuarta revolución industrial.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). Académicos destacan que “la importancia de la interfaz entre la persona y la máquina se incrementará con la interacción entre ambos. La comunicación requerida entre las máquinas, productos y personas se puede describir como una visión del internet de los objetos. Este concepto concibe una conexión autónoma y la comunicación de los objetos en una red de información descentralizada.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014). Dicen también que “por esto, la cuarta revolución industrial tendrá un impacto en las tareas del trabajo en la gestión y en la planificación de los sistemas. Además, estos factores del entorno de trabajo afectarán a las demandas psicológicas del empleado. La tensión mental puede ser entendida como un campo de acción para la implementación de la industria 4.0.” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014).

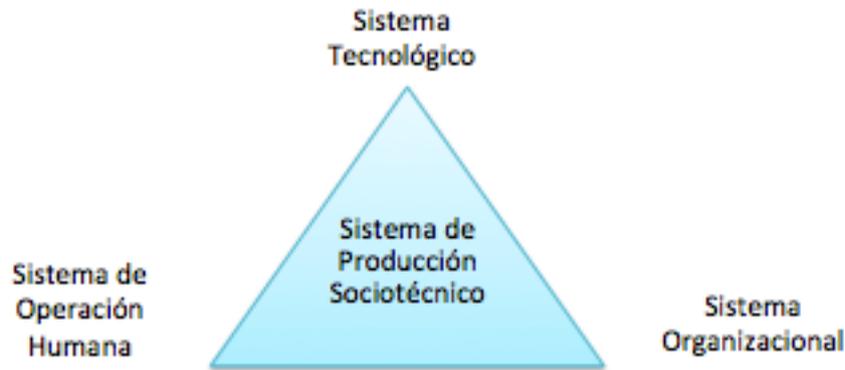


Figura 14 Elementos de un sistema de producción sociotécnico. Fuente: “Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution” (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Los autores coinciden en que “la integración horizontal a lo largo de toda la cadena de creación de valor describe a las multisociedades, la interrelación de la inteligencia interna de la compañía y la digitalización de los módulos de creación de valor a través de una cadena de valor del ciclo de vida del producto y entre cadenas de valor colindantes.” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015). Para estos mismos autores, “la ingeniería, de principio a fin a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, describe la inteligencia interrelacionada y la digitalización a través de todas las fases del ciclo de vida del producto, desde la adquisición de la materia prima hasta los sistemas de manufactura, uso del producto y el fin de ciclo del producto.” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015). También, “la integración vertical y los sistemas de manufactura en redes describen la inteligencia interrelacionada y la digitalización entre las distintas agrupaciones y niveles jerárquicos de la creación de valor, desde las estaciones de manufactura a través de las células de manufactura, líneas y fábricas, hasta la integración asociada a las actividades de la cadena de valor como el marketing, ventas o desarrollo de tecnología.” (Bagheri B., 2015; Yang S., 2015; Kao H., 2015; Lee J., 2015).

Otros autores dicen que “la inteligencia interrelacionada y la digitalización cubre la aplicación de una solución de principio a fin usando tecnologías de información y comunicación las cuáles están concentradas en una nube.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016). Existen cuatro facilitadores que se deben analizar en detalle para crear un mejor entendimiento para las precondiciones de la productividad colaborativa en la industria 4.0. Éstos son:

1. Globalización de las Tecnologías de Información: Gracias a las ventajas y

al potencial de los ordenadores y las tecnologías de información, la economía ha crecido notablemente; por lo que deben ser considerados por las compañías. El almacenamiento de datos en un sistema de nube global simplificará la accesibilidad a los datos de manera rápida y desde cualquier lugar.

2. Única fuente de verdad: El desarrollo de software que permita hacer simulaciones tiene un rol preponderante en la industria 4.0. La posibilidad de usar un software capaz de mejorar la gestión del ciclo de vida de un producto (PLM) aumenta, ya que en el futuro estará disponible y visible toda la información relativa al producto en la cadena de valor y a la producción. Se debe permitir tomar decisiones y crear reportes a partir de estas fuentes de manera consistente en la organización.
3. Automatización: Surge de la necesidad de conectar el mundo virtual con el entorno real a través de los sistemas ciberfísicos (CPS). La integración de la información y las tecnologías de comunicación dentro del entorno industrial se podrán realizar con el internet de los objetos. La automatización de la producción requiere de sistemas inteligentes y componentes que se optimicen a sí mismos adaptándose a los objetivos dinámicos en áreas tecnológicas y organizacionales, como ya sucede en fábricas inteligentes. Es necesario integrar a las personas altamente calificadas en estos sistemas autónomos e invertir en conocimientos y entrenamiento avanzado para cerrar la brecha entre el progreso tecnológico y organizacional.
4. Cooperación: Una fuerte cooperación dentro de la organización puede ser establecida cultivando una red que permita comunicar el objetivo y empoderando a las personas para tomar decisiones en un sistema descentralizado. Esta red puede ser estimulada a través del intercambio de empleados o aprobando el uso de dispositivos inteligentes. De acuerdo a Accenture, “82% de los remitentes de China tendrían mejores fuentes si escogieran su propio hardware y software para trabajar.”

(Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014).

Los cuatro anteriores facilitadores influyen en sí mismos y dependen de los otros.

Por ejemplo, la simulación de grandes datos no sería posible si no se tuvieran grandes capacidades de almacenamiento y la automatización no funcionaría bien si la cooperación entre trabajadores y personas no estuviera bien definida. Es por esto que el desarrollado de la simulación es necesario para los cuatro campos en la industria 4.0.

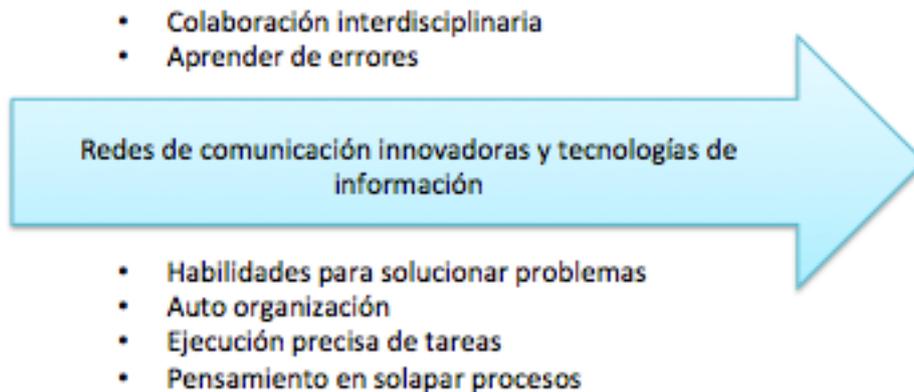


Figura 15 Cambios en el perfil de trabajo y competencias. Fuente: "Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution" (Dombrowski U., 2014; Wagner T., 2014, adaptado por Gabriel Oliveras Díaz).

Para mejor y evaluación los efectos y progresos es necesario definir indicadores clave de rendimiento (KPI) como lo son el retorno de ingeniería y el retorno de la producción. Las ventajas de la industria 4.0, según los autores de "Collaboration Mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0" (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014), son las que se mencionan a continuación:

1. Procesos de desarrollo de producto más cortos

La industria 4.0 prioriza la individualización de los productos, lo que permite tener más variantes, personalizar más y tener menores cantidades de un mismo producto. Los prototipos deben ser revisados, ya que al enfocarse en herramientas para producir prototipos, los productos pueden ser fabricados en una etapa más temprana de la cadena de valor. Si las herramientas y máquinas de los prototipos deben ser ajustados y optimizados durante el proceso, se puede esperar aún un alto beneficio por la entrega temprana al mercado. Además, se tiene más flexibilidad ya que la herramienta puede ser cambiada durante el proceso para hacer los cambios necesarios al producto.

2. Ingeniería virtual de la cadena de valor completa

Una de sus grandes ventajas es la transparencia. Los problemas y cuellos de botella en el flujo del trabajo pueden ser detectados directamente. Toda la cadena de proceso y su rendimiento pueden ser presentados en detalle y en tiempo real; lo que permite identificar y tomar conclusiones de los elementos clave que impactan en el objetivo. Mientras se desarrolla un producto, su producción puede ser simulada por lo que los errores pueden ser eliminados en una etapa temprana.

3. Cadenas de Valor revolucionarias y cortas

La producción de diferentes variantes en una línea de producción aumenta la complejidad del sistema de producción de manera significativa. Una producción autónoma y con celdas de ensamble requiere una descentralización y ceder la responsabilidad a los trabajadores con un empoderamiento para tomar decisiones.

4. Mejor rendimiento que ingeniería

La ventaja de los sistemas del futuro es que permitirán aspirar a metas más altas, a través de una mejor eficiencia. Por ello, se deben considerar los efectos cibernéticos, es decir, el cambio estructural del sistema como resultado de considerar diferentes condiciones limitantes para abrir nuevas posibilidades, lo que implica tener varias perspectivas para hacer cambios.

(Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Wesch-Potente C., 2014; Weber A., 2014; Prote J., 2014).

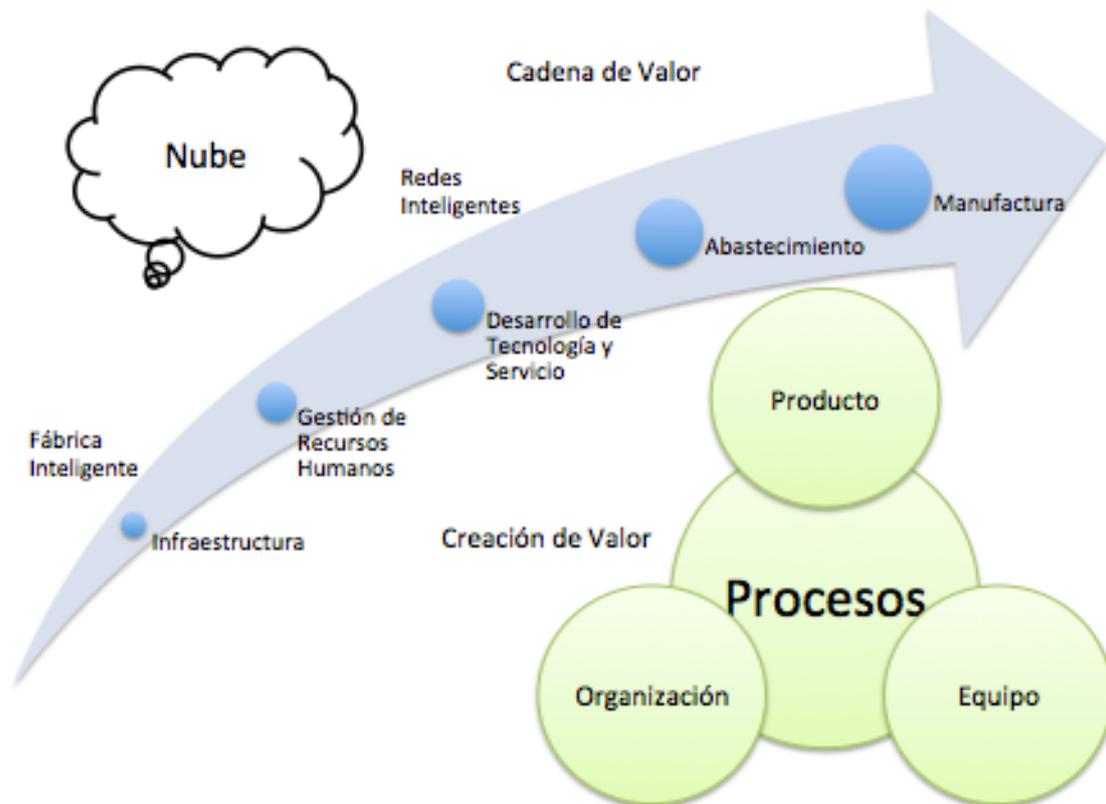


Figura 16 Microperspectiva de la Industria 4.0. (Stock T., 2016; Seliger G., 2016)

Esta figura explica la ingeniería de principio a fin desde una micro perspectiva, en la que aparece la interrelación con las partes interesadas, los productos y el equipo a lo largo del ciclo de vida del producto, comenzando por la adquisición de materia prima y finalizando con la fase de fin de vida del producto. Los productos, las diferentes partes interesadas y los equipos de manufactura están integrados en una red virtual e intercambian datos entre ellos en diferentes fases del ciclo de vida del producto. Este ciclo de vida, según expertos, consiste en “la fase de adquisición de la materia prima, la fase de manufactura que involucra el desarrollo del producto, la ingeniería del sistema de manufactura, la fase de uso y servicio, la fase de fin de vida del producto en la que figuran el reciclaje, retrabajos, reúsos, recuperación y transporte entre todas las fases.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016).

La fábrica del futuro “se controlará por si sola; la producción será con máquinas automatizadas y una planeación de mantenimiento interactiva. Los datos de producción se gestionarán desde una base descentralizada, evaluada y mostrada desde dispositivos móviles. Las máquinas y los sistemas se coordinarán para que

el flujo de producción funcione; lo que requiere personal especializado que sepa como intervenir en el proceso de producción.” (Gaub H., 2015)²⁷.

Por otra parte, “los datos inteligentes estructuran información que puede ser utilizada para conocimientos avanzados y para tomar decisiones del ciclo de vida del producto. El producto inteligente puede organizar los procesos de manufactura que requiera y su flujo a través de la fábrica de una manera descentralizada intercambiando datos con los sistemas ciberfísicos.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016). A partir de ahora, “los módulos de creación de valor, como fábricas, integrados en un flujo ubicuo de datos inteligentes, evolucionarán a fábricas inteligentes. Las fábricas inteligentes manufacturan productos inteligentes con energía de redes inteligentes. El flujo del material en el ciclo de vida del producto debe ser acompañado con logística inteligente. La corriente de datos inteligentes entre los diferentes elementos de las redes de la creación de valor serán intercambiada a través de la nube en la industria 4.0.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016).

Bajo este concepto, “la fábrica inteligente contiene diferentes módulos de creación de valor en niveles de agregación más bajos como las líneas de manufactura, las celdas de manufactura o estaciones de manufactura. Las fábricas inteligentes incrementarán el uso de energías renovables como parte de un suministro autosuficiente, junto con la energía suministrada por redes de energía externas.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016).

Por supuesto, la Industria 4.0 impactará a los sistemas logísticas según Seliger (2016). “El equipo de transporte que opere de manera autónoma como los vehículos guiados automáticamente (AGV), será utilizados para transportar el material dentro de la fábrica. Todos los equipos de transporte intercambiarán datos inteligentes con los módulos de creación de valor para realizar una coordinación descentralizada y los productos tendrán sistemas de identificación como chips RFID o códigos QR.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016). De ahora en adelante, “el módulo de creación de valor en una fábrica corresponde a un sistema ciberfísico integrado. El equipo de manufactura, tales como herramientas

²⁷ Gaub H., (2015), " Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with Industry 4.0 technologies ", Reinforced Plastics Volume 00, Number 00 October 2015

de ensamble, usa sistemas de sensores para identificar y localizar las características de la creación de valor así como monitorear los procesos de manufactura. Dependiendo de los datos inteligentes obtenidos, los actuadores aplicados en el equipo de manufactura reaccionarán en tiempo real a los cambios específicos del producto, proceso o personas. La comunicación y el intercambio de datos inteligentes entre las características de creación de valor, los módulos de creación de valor y el equipo de transporte, así como diferentes niveles de agregación y actividades de la cadena de valor, se harán a través de la nube. (Stock T., 2016; Seliger G., 2016).



Figura 17 Macroperspectiva de la Industria 4.0. (Stock T., 2016; Seliger G., 2016)

Para una mayor flexibilidad de los sistemas de producción y procesos, “es necesaria para incrementar la complejidad de los productos y cadenas de suministro. Para esto se pueden integrar tecnologías de información a nivel de producción con la planificación, con clientes y proveedores; teniendo una mayor eficiencia y rapidez para personalizar productos.” (Faller C., 2015; Feldmüller D., 2015). Un aspecto importante es que “la información de la cadena de suministro es dada en tiempo real. Ayuda a mejorar el monitoreo de la distribución de manufactura y reaccionar en tiempo real a los problemas de la producción, recogiendo información del producto.” (Faller C., 2015; Feldmüller D., 2015). Otro

aspecto notable es “el entrenamiento y entendimiento de la automatización y las tecnologías de información industrial relaciones a la industria 4.0 y los sistemas ciber-físicos.” (Faller C., 2015; Feldmüller D., 2015). Para Faller (2015), “los aspectos organizaciones y de valor económico añadido por la integración deben ser entendidos con su flujo de información para la cadena de valor dentro de una fábrica. Problemas de colaboración, transparencia, reacción en tiempo real, mejor monitoreo del rendimiento y resolución de problemas en líneas de producción son algunos de sus beneficios.” (Faller C., 2015; Feldmüller D., 2015).

4.2.4. NUEVOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

De acuerdo a la literatura actual, “la industria 4.0 será un paso hacia delante para una creación de valor en una industria sustentable. La principal contribución caracterizada es la dimensión ambiental de la sustentabilidad.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016). Además de la contribución ambiental, “la industria 4.0 brinda una oportunidad para crear valor sustentable en sus tres dimensiones: económico, social y ambiental.” (Stock T., 2016; Seliger G., 2016).

A través de procesos como la auto optimización, los procesos serán más eficaces y podrán a las condiciones del momento. “La auto optimización está definida como la habilidad de un sistema de adaptar sus objetivos y su comportamiento resultante a las cambiantes influencias externas.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016)²⁸. Los autores definen que “un sistema de producción optimizados por sí mismo (SOPS) es un sistema que es parte de una entrada de transformación y es capaz de adaptar sus objetivos, los parámetros correspondientes o los atributos estructurales.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016). La literatura menciona que “existe una fuerte correlación entre la flexibilidad de un sistema de producción y su habilidad para optimizarse a sí mismo. Los sistemas de producción optimizados por sí mismo requieren de muchos grados de libertad y flexibilidad; mientras que las funciones que se mejoran a sí mismas mejoran la

²⁸ Brettel M., Fischer F., Bendig D., Weber A., Wolff B.; (2016), " Enablers for self-optimizing production systems in the context of Industrie 4.0 ", Procedia CIRP 41 (2016) 93 – 98

flexibilidad de un sistema de producción.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016). No obstante, demandan como necesario “el uso de un módulo exacto del sistema de producción completo cubriendo todas sus disciplinas ayuda a encontrar un punto de optimización global. Debido a la identificación de parámetros significativos, los sistemas de producción optimizados pueden tomar decisiones de forma independiente y adaptar sus metas y estructura de acuerdo a la situación. También, como se pueden optimizar durante la producción, pueden reaccionar de manera flexible a los cambios y dotar de una producción eficiente, sin importar los cambios al sistema.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016).

Otra ventaja de los sistemas de producción optimizados por sí mismo es que “reconocen desviaciones en los procesos debido a la alta integración de sensores que el sistema requiere, lo que les permite determinar variaciones en el proceso de producción. Sus habilidades cognitivas le permiten tomar procesos subsecuentes acordes a las desviaciones medidas.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016).

En el futuro, “los sistemas de producción deben ser desarrollados considerando las necesidades de los productos individualizados con una alta flexibilidad en sus procesos de producción. Para esto, los sistemas de producción ciberfísicos se integran a la producción para crear fábricas inteligentes. Una máquina que provea datos de componentes a todo el sistema y que permita una sencilla recopilación de datos y ejecución será el rol principal del funcionamiento de la producción ciberfísica.” (Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014).

Una idea de la industria 4.0 es que “todos los usuarios puedan conectar e intercambiar datos e información unos con otros. Por lo tanto el concepto de servidor de un sistema de producción ciberfísico debe ser conocido para que los usuarios sepan los mecanismos de comunicación.” (Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014). Buescher *et. al.* definen “siete habilidades cognitivas: percepción, razonamiento, memoria, planeación, toma de decisiones, aprendizaje y acción. Un sistema de producción optimizado por sí mismo (SOPS) requiere toma de decisiones y aprendizaje,

respaldado a su vez por información. Esto describe el conocimiento global que contiene sobre sistemas físicos, entorno, producto, estrategias del sistema definidas y datos del rendimiento.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016). Haag *et. al.* define “tres principales facilitadores para los sistemas de producción optimizados por sí mismos: cognición, autonomía y flexibilidad. La cognición es requerida para procesar la información de forma adecuada. La autonomía es para que el sistema pueda reaccionar a situaciones inesperadas sin recurrir a instrucciones externas. Juntas dotan al sistema de libertad. Flexibilidad significa que el sistema se pueda adaptar a los requerimientos cambiantes o productos sin cambios. Un sistema de producción optimizado por sí mismo es capaz de modificar su estructura.” (Brettel M., 2016; Fischer F., 2016; Bendig D., 2016; Weber A., 2016; Wolff B., 2016).

Para los autores, “la simulación y virtualización permitirán a la futura producción tener procesos de desarrollo acelerados, decisiones y soluciones mejoradas, así como también reducción de costos en la planeación de procesos.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Schmitz T., 2014). Un modelo presentado por Lanza y Ude se enfoca en la configuración de redes de producción dinámicas. Este enfoque “incorpora habilidades del negocio en redes de producción. Otras alternativas usan la calidad como medida de rendimiento en la fase de “ramp-up” de una producción.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Schmitz T., 2014). Koberstein *et al.* desarrolló “una metodología para optimizar la planeación global de la producción considerando el riesgo del tipo de cambio monetario y la volátil demanda del producto, utilizando una modelo de programación estocástico de varias etapas y escenarios ramificados para la incertidumbre de demanda y tipo de cambio monetario. El modelo optimiza el valor presente neto de una red de producción.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Schmitz T., 2014).

Lanza y Moser desarrollaron una “planeación optimizada en la producción bajo el impacto de influencias inseguras. Su optimización está basada en determinar una posición estratégica eficiente y sustentable al crear las estructuras de redes. Esto permite tener rápidas reacciones a dinámicas externas cambiando la red dentro de unas soluciones preconcebidas.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Schmitz T., 2014).

Meyer y Jacob presentaron “un modelo para múltiples periodos y múltiples variables, incorporando una evaluación de la producción actual y la urgente necesidad de cambiarla. Este método busca optimizar el flujo de caja neto de la producción mientras los requerimientos de producción y finanzas sean logrados. Considerando parámetros definidos inicialmente, las capacidades de producción son distribuidas de forma óptima en tiempo y lugar. Incorpora un plan de migración que distribuye de manera optimizada, los costos de transición de las redes.” (Schuh G., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Schmitz T., 2014).

Basada en una digitalización avanzada dentro de la fábrica, “la combinación del internet de los objetos y otras tecnologías futuras orientadas a objetos inteligentes será un nuevo paradigma fundamental en la industria. La visión de la producción futura tiene sistemas de manufactura eficientes y escenarios en los que los productos controlan su propio proceso de manufactura. Esto debe realizar la manufactura de productos individuales uno a uno, manteniendo las condiciones económicas de la producción masiva.” (Lasi H., 2014; Kemper H., 2014; Fettke P., 2014; Feld H., 2014; Hoffmann M., 2014)²⁹.

4.2.5 APLICACIÓN: BENEFICIOS Y RETOS DE LA INDUSTRIA 4.0

El término industria 4.0 describe un proyecto que es definido en dos direcciones de desarrollo. Primero, las aplicaciones que inducen un cambio debido al marco actual de condiciones operativas persiguen cambios en aspectos sociales, económicos y políticos. Factores que se desencadenan en este contexto son:

- Periodos de desarrollo cortos: Los periodos de innovación y desarrollo deben ser acortados. La capacidad de innovar es esencial para el éxito de muchas empresas y es clave para traer un producto a tiempo al mercado.
- Demanda individualizada: Un cambio en donde los compradores definan el trato y lidere a una creciente individualización de productos. Llamado también “tamaño de lote uno”.
- Flexibilidad: Es necesaria por la nueva estructura requerida para

²⁹ Lasi H., Kemper H., Fettke P., Feld H., Hoffmann M.; (2014), "Industry 4.0 ", Business & Information Systems Engineering

desarrollar productos.

- Descentralización: La jerarquía de las organizaciones debe ser simplificada y los procesos de toma de decisiones más rápidos.
- Eficiencia de recursos: Se busca un incremento de la eficiencia económica y ecológica. Los recursos aumentan de precio y los cambios sociales en aspectos ecológicos requieren un mayor enfoque en sustentabilidad en el entorno industrial.

(Lasi H., 2014; Kemper H., 2014; Fettke P., 2014; Feld H., 2014; Hoffmann M., 2014).

La “tecnología inteligente” se refiere a modelos holísticamente digitalizados de productos y fábricas, con una aplicación de varias tecnologías de informática ubicuas, convirtiéndolas en fábricas inteligentes controladas autónomamente. (Lucke et al. 2008). Para ello es necesario:

- Fomentar la mecanización y la automatización: Más técnicas de apoyo en procesos de trabajo para realizar trabajos físicos serán utilizadas. Las soluciones tendrán operaciones versátiles con celdas de manufactura optimizadas y controladas de forma autónoma.
- Digitalización y creación de redes: Se incrementa la digitalización de herramientas de manufactura por lo que aumenta la creación de redes de componentes técnicos, aunado a la digitalización de productos y servicios, derivando en un entorno digitalizado.
- Miniaturización: Tendencia aplicada a restringir cosas, aplicado sobre todo a la producción y logística.

De acuerdo a autores, el impulso tecnológico puede ser identificado a través de:

- Fábrica inteligente: La manufactura estará equipada completamente con sensores, actuadores y sistemas autónomos.
- Sistemas ciberfísicos: Se unen los sistemas físicos con lo digital para cumplir con un nivel de producción y productos adecuados. Por ejemplo, en un proceso de mantenimiento preventivo los parámetros de componentes mecánicos como estrés, tiempo productivo, etc. son grabados digitalmente y las condiciones reales de los sistemas son dados por el objeto físico y sus parámetros digitales de procesos.

- Auto organización: Existen sistemas de manufactura que están aumentando su descentralización, eliminando la clásica producción jerárquica.
- Nuevos sistemas de distribución y abastecimiento: Se incrementará la individualización de éstas para los productos, conectando procesos que serán controlados a través de diversos canales.
- Nuevos sistemas de desarrollo de productos y servicios: Éstos también serán individualizados. La innovación e inteligencia de los productos tendrán una importancia imperativa.
- Adaptación a las necesidades de las personas: Los nuevos sistemas de manufactura deben ser diseñados para seguir las necesidades de las personas y no viceversa.
- Responsabilidad Social Corporativa: La sustentabilidad y la eficiencia de los recursos se están incrementando durante el diseño de procesos de manufactura. Estos factores son fundamentales para el marco de condiciones de productos exitosos.

(Lasi H., 2014; Kemper H., 2014; Fettke P., 2014; Feld H., 2014; Hoffmann M., 2014).

En la Industria 4.0 existen “áreas multifacéticas de aplicación, comparten los principios ciberfísicos de las redes inteligentes. En una red de manufactura inteligente donde las máquinas y los productos se relacionan sin control humano, lo que provee de una estructura dinámica para evolucionar en el tiempo.” (Sokolov B., 2015; Ivanov D., 2015)³⁰. Este beneficio “acelera el proceso de traer a la realidad la industria 4.0. En la práctica, las nuevas soluciones deben añadir valor a los usuarios con un riesgo que sea aceptable para ellos. La integración de las soluciones de la industria 4.0, que normalmente requieren grandes inversiones, será beneficiosa en áreas donde los métodos de manufactura esbelta no estén trayendo los resultados deseados ni requeridos actualmente.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D., 2015)³¹.

³⁰ Sokolov B., Ivanov D.; (2015), "Integrated Scheduling of Material Flows and Information Services in Industry 4.0 Supply Networks", IFAC-PapersOnLine 48-3 (2015) 1533–1538

³¹ Kolberg D., Zühlke D.; (2015), "Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies Lean

En el contexto de los procesos de mejora continua, como por ejemplo la metodología Kaizen, “los productos inteligentes recopilarán datos para que los procesos sean analizados durante y después de su producción. A diferencia de juntar la información manualmente para mapear la cadena de valor, los datos serán automáticamente individualizados por producto y línea de producción. Esto traerá un ahorro en las horas laborales y su intensidad además de alcanzar una mayor precisión.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D., 2015). De acuerdo a los Pokayoke, “las instalaciones técnicas ayudan a los empleados a evitar errores (Ono, 1988). Con su capacidad conectiva a través de sus sensores, los sistemas ciberfísicos deben integrarse más rápido y flexible en los procesos.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D., 2015).

La industria 4.0 puede apoyar a la producción ajustada para darle mayor flexibilidad. Desde hace muchos años, “la fábrica inteligente tiene estaciones de trabajo modulares basadas en estándares físicos e interfaces tecnológicas que pueden ser reconfiguradas con nuevas líneas de producción.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D., 2015). Una ventaja que se indica en la literatura es que “con la gestión inteligente, los sistemas Kanban, tiempos de ciclo fijos y definición correcta de abastecimiento de los insumos se tiene una dinámica producción que se adopta automáticamente a los programas de producción. Estaciones de trabajo descentralizadas, integradas a los sistemas ciberfísicos, pueden mejorar los tiempos de ciclo y optimizar lo mayor posible la utilización en cada estación de trabajo y en el continuo flujo de productos.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D., 2015). La industria 4.0 y la producción ajustada pueden crear mucho valor juntas a los usuarios. Sin embargo, “existe un falta de comprensión para combinar las soluciones que trae la industria 4.0 con la producción ajustada, sobre todo, para la integración flexible de estaciones de trabajo manuales y automatizadas. Con los sistemas ciberfísicos hay soluciones de hardware ideales para funcionar como una interfaz con las estaciones de trabajo disponibles. La comunicación también es una situación a mejorar, porque solo existe para un dominio específico del control de la producción descentralizada. En el futuro cercano se establecerán procesos para estandarizar estas comunicaciones.” (Kolberg D., 2015; Zühlke D.,

2015). La información proporcionada por los servidores de información de un sistema de producción ciberfísico se puede clasificar en las siguientes categorías:

- Parámetros mínimos requeridos para establecer la conexión a un sistema de producción ciberfísico, por ejemplo la dirección de un punto de comunicación disponible.
- Parámetros opcionales que se pueden ajustar individualmente a las características de la conexión, por ejemplo agregar mecanismos de encriptación.
- Parámetros específicos del cliente con información cuya accesibilidad sea para el facilitador del sistema de producción ciberfísico y otros usuarios.

(Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014).

Una fábrica de la industria 4.0, según la literatura, “tiene un entorno en el que todos los usuarios están interconectados y compartiendo información entre sí. Su ventaja es que se accede rápidamente a la información y cualquier operación o demanda puede ser abordada inmediatamente. A este proceso se le define como sistema de producción ciberfísico; y en él, los sistemas de producción inteligentes están conectados unos con otros para el intercambio de información rápida y sencilla.” (Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014). La identificación de la interfaz de comunicación más apropiada depende de los siguientes criterios:

- Desempeño: En caso de necesitar acceder a una gran cantidad de datos o información en ciclos cortos de tiempo, la transmisión de la comunicación basada en direcciones IP debe ser tomada en cuenta.
- Seguridad: Las aplicaciones deben garantizar la seguridad e integridad de los datos, lo que requiere tener una conexión con una configuración segura.
- Funcionalidad: La funcionalidad hace que cambien las notificaciones y el método de ejecución para el acceso a los datos. La comunicación debe cumplir con los requerimientos del sistema en el que se aplicará.

(Schlechtendal J., 2014; Keinert M., 2014; Kretschmer F., 2014; Lechler A., 2014; Verl A., 2014).

Dentro de la actual evolución hacia la industria 4.0, “la capacitación del personal en el trabajo se está moviendo a una nueva forma que realce la importancia de soluciones tecnológicas que promuevan la formación para controlar la producción, a través de un entrenamiento basado en internet, con webinars. Es importante desarrollar sistemas ciberfísicos en la red, es decir, en el denominado Internet de los Objetos.” (Schuh G., 2015; Gartzzen T., 2015; Rodenhauser T., 2015)³². Actualmente, “las fábricas inteligentes se enfocan en el control de la optimización e inteligencia. Una mayor inteligencia se puede lograr interactuando con diferentes sistemas que impacten directamente el desempeño de una máquina.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014)³³. Estos mismos autores, prevén que “si los sistemas logran que las máquinas se vuelvan auto eficaces y aprendan por si mismas, se optimizará todo el rendimiento y la gestión del mantenimiento. Falta que más máquinas que aprendan por si mismas sean implementadas en la industria.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). La transformación para máquinas aún más inteligentes requiere un gran avance en la ciencia, sobretodo en cinco categorías:

- Interacción administrador-operador: Los operadores controlan las máquinas, mientras que los administradores coordinan calendarios logísticos para que las máquinas solo actúen en las tareas asignadas. En este proceso debe ser tomado en cuenta la condición de los componentes de la máquina.
- Parque de maquinaria: Muchas máquinas similares o idénticas se utilizan en condiciones de trabajo distintas para tareas diferentes, mientras que los métodos de asistencia son para un número limitado de máquinas y condiciones de trabajo. La gestión del mantenimiento debe tomar ventaja de las condiciones similares de trabajo y aprender de las diferentes circunstancias.
- Calidad del producto y proceso: La calidad del producto puede enseñar la condición de una máquina a través de algoritmos retrasados. También puede dar retroalimentación a los sistemas de gestión que puede ser

³² Schuh G., Gartzzen T., Rodenhauser T.; (2015), "Promoting work-based learning through Industry 4.0", *Procedia CIRP* 32 (2015) 82 – 87

³³ Lee J., Kao H., Yang S.; (2014), "Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment", *Procedia CIRP* 16 (2014) 3 – 8

usada para calendarizar la producción, creando con ello un círculo más eficiente.

- Grandes bases de datos y la nube: La gestión y distribución de la información en el entorno de grandes bases de datos es clave para tener máquinas que aprendan por sí mismas. Es necesario impulsar la flexibilidad y las funcionalidades de la nube informática con diagnósticos y algoritmos que incrementen la eficacia de las tecnologías de gestión de información.
- Circuito de sensores y controladores: Los sensores son la puerta de la máquina a su alrededor físico, por lo que si un sensor falla o hace lecturas imprecisas, los algoritmos de toma de decisiones serán erróneos con su consecuente resultado.

(Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014).

La industria 4.0 “ha motivado un crecimiento en la influencia que las tecnologías de información y las redes sociales tienen sobre la percepción de los consumidores en calidad, variedad, velocidad de entrega e innovación del producto. Se debe establecer una fábrica con capacidad de autoconciencia, autocomparación, autopredicción, autoconfiguración y mantenimiento a si misma con servicio de innovación y manejo de grandes bases de datos industriales.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). Para los autores, “el proceso para transformar bases de datos en información útil es la clave de la innovación sustentable en una fábrica de la industria 4.0.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). Entre sus aportaciones destacan que “el concepto de un sistema producto-servicio (PSS) es clave. En un modelo de negocio producto-servicio, la industria crea producto con servicios de valor añadido, en lugar de solo un producto, facilitando también a sus clientes los servicios que necesitan. El objetivo de mercado de los fabricantes es obtener un beneficio continuo de los clientes otorgando una solución total que satisfaga las necesidades del cliente.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). Las ventajas claves de tener una estructura diseñada son las siguientes:

- Estructura unificada de los sistemas ciberfísicos para todas las máquinas y sus operadores; así las máquinas obtienen información de otras máquinas, operadores y entorno por lo que pueden ser sensibles a las condiciones y

aprender de otras situaciones pasadas.

- Facilitar la inteligencia para autoconciencia y automantenimiento con algoritmos que eliminen la rigidez para gestionar sucesos inéditos, que puedan detectar anomalías y predecir degradaciones. Algoritmos adaptativos también facilitarán al sistema aprender y acumular conocimiento de la información de campo.
- Decisiones inteligentes que apoyen a los sistemas con la calendarización proactiva de mantenimiento optimizado para todas las máquinas. Si se compensa la carga de trabajo de cada máquina de acuerdo a sus condiciones individuales, la producción y el rendimiento de la máquina pueden ser maximizados.

(Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014).

Los autores enfatizan en que “la concentración del mundo físico y virtual están en la dinámica formación del sistema de sistemas; dependiente del contexto y de sistemas operativos y cooperativos, con un extensivo control descentralizado y un sistema de colaboración humano.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

4.2.6. EL INTERNET DE LOS OBJETOS

Las innovaciones técnicas en el marco de la industria 4.0 se basan principalmente en el desarrollo de “Internet de los objetos”. “traen consigo ventajas como permitir la comunicación en tiempo real, transparencia y consistencia para transmitir la información entre los diferentes niveles de la organización, combinando estos cambios entre la parte operativa y la parte administrativa de la empresa.” (Schuh G., 2015; Gartzén T., 2015; Rodenhauser T., 2015). Para algunos investigadores, “con el internet de los objetos, los objetos físicos y los procesos reales tienen representación virtual, favoreciendo la colaboración entre los procesos y objetivos sin restricciones limitantes del mundo físico, como por ejemplo, proximidad y tiempo, permitiendo la rápida cooperación entre las áreas funcionales. Los sistemas de producción, de esta manera, serán conectados directamente a los procesos de gestión del negocio relevantes y externamente conectados a todos

los involucrados en la cadena de suministro.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Argumentan que “con la introducción del internet de los objetos, todos los objetos podrán ser localizados instantáneamente e identificados sin ambigüedades, permitiendo mayor flexibilidad para manejar máquinas, áreas de inventarios y otros recursos para manejar los procesos de producción independientemente.” (Schuh S., 2014; Potente T., 2014; Varandani R., 2014; Hausberg C., 2014; Fränken B., 2014).

Para criterio de autores, “los desarrollos en la estructura del internet de las objetos (IOT) y la tecnología sensorial han creado una red que conecta los sistemas y a las personas, propiciando un entorno con gran información en la industria. Con la nube informática y la estructura de sistemas ciberfísicos, en la industria se manejarán sistemas de información que ayudarán a las máquinas a ser autoconscientes y prevenir activamente problemas potenciales de rendimiento.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). En sus aportaciones mencionan investigadores que “las tecnologías de información emergentes como el internet de los objetos, grandes bases de datos, nube informática e inteligencia artificial, ayudan a implementar la fábrica inteligente de la industria 4.0. Las máquinas inteligentes, transportadores y productos se comunican unos con otros y se reconfiguran a sí mismos para una producción flexible de varios tipos de productos. La red industrial recolecta datos de los objetivos inteligentes y los envía a la nube, permitiendo que el sistema se pueda coordinar en base al análisis de datos para optimizar el desempeño del sistema. Este esquema de auto organización y reconfiguración basado en respuesta al análisis de datos resume el mecanismo de una fábrica inteligente.” (Wang S., 2016; Wan J., 2016; Zhang D., 2016; Li D., 2016; Zhang C., 2016).

4.2.7 FLEXIBILIDAD: UNA DE LAS NUEVAS OPORTUNIDADES EN LA INDUSTRIA 4.0

Una máquina autoconsciente y que se mantiene a sí misma “es un sistema que puede autoevaluarse sobre su condición y degradación, utilizando información

similar de otras máquinas para tomar decisiones inteligentes de mantenimiento. Un análisis inteligente debe ser establecido a nivel individual y global para todas las máquinas.” (Lee J., 2014; Kao H., 2014; Yang S., 2014). Definen que “una fábrica inteligente es una característica importante de la industria 4.0, proponiendo una integración vertical y sistemas de manufactura conectados para una producción inteligente. Para implementar una fábrica inteligente, se deben mezclar objetos inteligentes con análisis de bases de datos. Los objetos inteligentes pueden ser reconfigurados de manera dinámica para alcanzar mayor flexibilidad en áreas donde el análisis de datos pueda proveer retroalimentación general y coordinación para tener una mayor eficiencia. La fábrica inteligente puede producir objetos personalizados y pequeños lotes de productos eficientemente y con mayor beneficio a la organización.” (Wang S., 2016; Wan J., 2016; Zhang D., 2016; Li D., 2016; Zhang C., 2016).

Vokurka y O’Leary-Kelly dicen que “es recomendable expandir el alcance del análisis enfocándose también en tres variables adicionales que influyen en la flexibilidad de la manufactura llamados estrategia, características organizacionales y tecnología.” [24]. (Brettel M., 2016; Klein M., 2016; Friederichsen N., 2016)³⁴.

De acuerdo a Upton “hay un vínculo importante entre el clásico proceso tecnológico, la experiencia de los trabajadores y la flexibilidad de manufactura, sugiriendo que la flexibilidad de producción puede ser incrementada con mejoras tecnológicas y el empleo de personal cualificado.” [39] (Brettel M., 2016; Klein M., 2016; Friederichsen N., 2016). De acuerdo con la opinión, “el impacto de la flexibilidad en el rendimiento depende de cómo se alinee la manufactura flexible con la orientación estratégica.” (Amendola, 2016).

Parthasarthy y Sethi indican que “el impacto de la flexibilidad en el desempeño es más grande si se incorpora como parte de la estrategia de la compañía” y Chang sugiere que “de acuerdo con la teoría de la compensación, las compañías deben alinear la flexibilidad con el posicionamiento de la estrategia.” [43], [44]. [46]. (Brettel M., 2016; Klein M., 2016; Friederichsen N., 2016).

Gerwin dice “esta transformación hacia ciclos de vida de producto iterativos

³⁴ Brettel M., Klein M., Friederichsen N.; (2016), "The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0", *Procedia CIRP* 41 105 – 110

implican flexibilidad reactiva y proactiva en las estrategias.” El tener una fase de evaluación como una parte integral del ciclo de vida del producto decrece el riesgo de perder las tendencias del mercado e incrementa la respuesta a las cambiantes necesidades del mercado. Existe una asimilación del mercado a través de la retroalimentación en el sentido de la integración del cliente, lo que permite a las compañías crear procesos de manufactura alineados con los cambios del mercado. El uso de tecnologías ágiles, como la fabricación aditiva, es visto como una estrategia proactiva de flexibilidad. (Brettel M., 2016; Klein M., 2016; Friederichsen N., 2016). Según autores, “la industria 4.0 integra las facilidades de producción, sistemas de almacenamiento, logística e incluso requerimientos sociales para crear redes de valor globales.” (Wang S., 2016; Wan J., 2016; Zhang D., 2016; Li D., 2016; Zhang C., 2016)³⁵. Para otros académicos, “los indicadores clave de desempeño (KPI’s) ayudan a desarrollar y optimizar la capacidad de una organización para transformarse manteniendo de manera simultánea la productividad. Para saber dónde se encuentra la organización, es muy importante definir el papel de los indicadores clave de desempeño en finanzas, equipo operacional, negocio y las perspectivas del cliente.” (Bauer W., 2015; Hämmerle M., 2015; Schlund S., 2015; Vocke C., 2015)³⁶. En su literatura, Bauer (2015) indica que “los sistemas ciberfísicos (CPS) son un desarrollo que está permitiendo nuevas oportunidades en entornos de manufactura para el futuro en la industria 4.0, sobretodo, en países de alto costo como Alemania. Los nuevos sensores y actuadores se deben aplicar coordinadamente uniendo lo real con lo virtual en el internet de los objetos, datos y servicios de la fábrica inteligente. Un sistema ciberfísico debe ser interpretado como un sistema sociotécnico altamente interactivo. El uso de los sistemas ciberfísicos con objetos conectados inteligentemente en manufactura dará lugar a un trabajo flexible que distribuya las tareas en distintos tiempos, espacios y contenidos.” (Bauer W., 2015; Hämmerle M., 2015; Schlund S., 2015; Vocke C., 2015). Las innovaciones tecnológicas cambian el trabajo en manufactura y en conocimiento intenso dando lugares de trabajo y horarios flexibles. “Estas innovaciones continuarán

³⁵ Wang S., Wan J., Zhang D., Li D., Zhang C.; (2016), "Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination", *Computer Networks* 000 1–11

³⁶ Bauer W., Hämmerle M., Schlund S., Vocke C.; (2015), "Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an “Industry 4.0”", *Procedia Manufacturing* 3 417 – 424

cambiando los productos y servicios, por lo que las personas deben desarrollar nuevos conocimientos y habilidades. Las tecnologías de información y comunicación tienen un papel preponderante en el diseño de las futuras estrategias de trabajo. De las fábricas a las oficinas, la interacción persona-ordenador evolucionará a una cooperación entre ambos.” (Bauer W., 2015; Hämmerle M., 2015; Schlund S., 2015; Vocke C., 2015).

4.3 LA EXCELENCIA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA 4.0

La orientación a proyectos crea un funcionamiento eficiente para enlazar los recursos, habilidades y conocimientos en un entorno dinámico que promueva la exitosa culminación de objetivos. Esto trae consigo el reto para las empresas de fomentar la delegación de toma de decisiones y la libertad emprendedora de ideas para que a las personas que forman parte de ella y a las que se integrarán les sea atractivo trabajar para la organización y comprometerse con sus valores. “La comunicación y el establecimiento de redes son cada vez más importantes para las empresas.” (Bauer W., 2015; Hämmerle M., 2015; Schlund S., 2015; Vocke C., 2015).

El Dr. Amendola señala que “el éxito para lograr un buen rendimiento, parte desde el involucramiento del operario de producción a toda la cadena de valor de la gestión, ello implica no solo operar, sino ayudar a que el equipo, no sólo produzca u opere o realice su función esperada, sino que además ello sea conseguido con buenos rendimientos considerando ratios de costos y productividad.” (Amendola L., 2013).

El concepto de Industria 4.0 ha ganado gran importancia en Europa en los últimos años, sobre todo en la producción de bienes. “Industria 4.0 significa un desarrollo de cambios en las industrias tradicionales fundamentalmente.” (Manhart, K., 2015). (Rennung F., Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016)³⁷.

Otros autores mencionan que “el concepto de industria 4.0 es visto como una

³⁷ Rennung F., Luminosu C., Draghici A.; (2016), "Service Provision in the Framework of Industry 4.0", Procedia - Social and Behavioral Sciences 221 (2016) 372 – 377

importante estrategia para seguir siendo competitivos en el futuro. Esto incluye el diseño e implementación de productos y servicios competitivos, así como también de poder administrativo y sistemas de producción y logísticos flexibles.” (Kempf, D., 2014) (Rennung F., 2016; Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016).

Es necesario “diseñar y elaborar métodos en todas las disciplinas debe ser adecuado para un modelo de enfoque moderno e interdisciplinario para desarrollar un producto y transferirlo a procesos integrados y en común, apoyados por tecnologías de información.” (Eigner, M., 2013) (Rennung F., 2016; Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016). Según investigadores, esto urge porque “las empresas industriales tienen el reto de incrementar la individualización de los productos y la necesidad de incrementar la eficiencia y reducir el tiempo de traer un producto al mercado. Estos cambios se topan con la digitalización, entrada de tecnologías de información y redes de productos, procesos y recursos de manufactura. Conceptos resumidos en el concepto Industria 4.0.” (Lachenmaier, J., Lasi, H. y Kemper, H., 2015). De acuerdo a fuentes investigadas en un artículo, el Instituto Fraunhofer publicó en 2013 un estudio de la Industria 4.0 con la participación de 661 compañías, complementados por 21 expertos renombrados en la industria, líderes científicos, asociaciones y representantes de sindicatos de trabajadores. En éste, tres temas relevantes fueron identificados:

1. Tratar con la complejidad.
2. Capacidad de innovación.
3. Flexibilidad.

(Spath, D., 2013) (Lachenmaier, J., Lasi, H. and Kemper, H., 2015).

De acuerdo a Sigmar Gabriel (Gabriel, 2016), cinco puntos centrales son evaluados para la implementación de la Industria 4.0:

1. Dimensión de la política industrial: Desarrollo de nuevos modelos de negocio, basados en cadenas de valor.
2. Dimensión política de empleo: Desarrollar trabajos altamente cualificados.
3. Dimensión de la seguridad de datos: Proteger activa de datos confidenciales a accesos no autorizados.
4. Dimensión política de empresas de media clase: Acciones innovadoras de las empresas de media clase.

5. Dimensión regulatoria: Crear arquitecturas de referencia y aplicarlas para conseguir ventajas competitivas.

(Gabriel, S., 2015)

(Rennung F.

2016)

Kai-Ingo Voigt dice que “los factores clave de éxito son: innovación, flexibilidad, gestión de la complejidad y seguridad de los datos. También se plantea una pregunta central: ¿Cómo los modelos de negocio de empresas establecidas están cambiando mediante la Industria 4.0?” (Voigt, K-I., Kiel, D., 2015) (Rennung F., 2016; Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016).

Thomas Bauernhansl menciona que “debido a la variedad de tecnologías utilizadas y un aumento de la individualización y personalización de productos y servicios, la complejidad estallará en el futuro.” (Bauernhansel, T., 2014) (Rennung F., 2016; Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016).

Los pasos individuales para añadir valor pueden ser conectados unos con otros y utilizados en sincronía. “Debido a la volatilidad de los mercados, una producción flexible ayudará a responder a tiempo a los requerimientos de los cambios permanentes.” (BMBF 2, 2014) (Rennung F., 2016; Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016). La Industria 4.0 ayudará a “la individualización de productos en una alta escala de flexibilidad para su producción e integración con clientes y otros negocios en la creación de valor. Esto traerá nuevos modelos de negocio dentro de la empresa o entre varias empresas.” (BMBF 1, 2014)

(Rennung F.

Luminosu C., 2016; Draghici A., 2016).

De acuerdo a Ivanov, “la Industria 4.0 es desafiada por las estructuras de máquina temporal, diferente velocidad de proceso en máquinas paralelas y trabajo dinámico”. (Ivanov et al. 2016)(Ivanov D., 2016; Sokolov B., 2016; Ivanova M., 2016)³⁸.

Expertos investigadores mencionan que “los beneficios de una organización descentralizada utilizando datos disponibles de todo tipo de objetos (máquinas, trabajo etc.) que puedan comunicarse y negociar entre ellos es uno de las cosas por hacer que aún sigue en los desarrollos técnicos.” (Ivanov D., 2016; Sokolov

³⁸ Ivanov D., Sokolov B., Ivanova M.; (2016), "Schedule coordination in cyber-physical supply networks Industry 4.0", IFAC-PapersOnLine 49-12 (2016) 839–844

B., 2016; Ivanova M., 2016). Otra innovación es que “los sistemas ciberfísicos incorporan elementos de subsistemas de información y materiales físicos.” (Zhuge 2011. Seok et al. 2012.) (Ivanov D., 2016; Sokolov B., 2016; Ivanova M., 2016). Los sistemas ciberfísicos, de acuerdo a autores, “están caracterizados por la descentralización y el comportamiento autónomo de sus elementos. Además, los sistemas evolucionan a través de la adaptación y reconfiguración de sus estructuras dinámicas.” (Ivanov D., 2016; Sokolov B., 2016; Ivanova M., 2016).

Según Young (2011), las características para la excelencia en proyectos (SFMPQ) son las siguientes:

1. Un buen plan: Un plan de cómo el director de proyectos y su equipo mantendrán los estándares de calidad a lo largo del ciclo del proyecto.
2. Comunicación apropiada: La comunicación entre el director de proyecto, los miembros del equipo y partes interesadas es clave.
3. Gestionar las partes interesadas: Es necesario identificar quienes son las partes interesadas, analizar sus preocupaciones y lo que necesitan saber, preparar una estrategia apropiada para dar información y oportunidades de involucrarse.
4. Buenas medidas: Se deben implementar procesos que midan el progreso cualitativo y cuantitativo.
5. Revisión constante: Buenos mecanismos de revisión se acompañan de buenas medidas. La revisión debe ser regular para identificar problemas pronto. Las correcciones se harán para tener el proyecto a tiempo. También sirve para que los miembros del equipo mejoren.
6. Actuar pronto: La mejor receta para el desastre es dejar que los problemas se resuelvan después.

(Vartiak L., 2015).

De acuerdo a Svozilova (2011), “cada organización actualmente está obligada a tener el máximo grado de calidad.” (Vartiak L., 2015).

5. HIPÓTESIS

5.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis 1 (H₁): Las organizaciones están conscientes del impacto que tiene que las personas conozcan su estrategia y que ésta sea bien definida, bien comunicada y sustentada con las acciones que la organización emprende.

Hipótesis 2 (H₂): Las organizaciones establecen indicadores claves de rendimiento (KPI's) que son reconocidas y acordadas con todos los miembros de los departamentos para medir sus acciones.

Hipótesis 3 (H₃): El aumento del beneficio en las organizaciones se ve reflejado mediante la implementación de métodos que permitan el alcance de la excelencia en sus procesos.

Hipótesis 4 (H₄): Las organizaciones tienen una buena disposición para adoptar nuevas tecnologías y sistemas que ayuden a que sus procesos sean más eficientes y flexibles.

5.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERATIVA DE LAS HIPÓTESIS

5.2.1. HIPÓTESIS 1 (H₁)

5.2.1.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA HIPÓTESIS 1 (H₁)

La organización debe tener una estrategia clara y en todos los niveles las tareas que se llevan a cabo deben estar alineadas a dicha estrategia. Las personas, tanto a nivel operativo como táctico y estratégico, deben comprender plenamente hacia donde se dirige la organización.

5.2.1.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA HIPÓTESIS 1 (H₁)

Para lograr que las personas estén satisfechas y totalmente comprometidas con la estrategia de la organización, es necesario evaluar factores como:

- Nivel de comunicación interna de la empresa entre las distintas unidades de negocio.
- Comprensión de las personas de dicha comunicación.
- Valoración de las tareas implementadas para implementar en la organización el plan estratégico.

5.2.2. HIPÓTESIS 2 (H₂)

5.2.2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA HIPÓTESIS 2 (H₂)

El establecimiento de distintos indicadores clave de rendimiento (KPI's) permite monitorear y evaluar continuamente el estado de la implementación de la estrategia, haciendo que los objetivos trazados sean medibles. Para establecerlos, debe haber relación coherente entre las medidas y los objetivos, así como un consenso con el equipo que desarrolla dichas tareas.

5.2.2.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA HIPÓTESIS 2 (H₂)

Mediante el involucramiento de las personas en la definición de los indicadores claves de rendimiento (KPI's) para los procesos, la organización se beneficia de un mayor compromiso y orientación de las personas hacia el logro los objetivos. Los indicadores clave de rendimiento permiten a los equipos conocer si las tareas que llevan a cabo están cumpliendo con las metas esperadas o saber que tareas están teniendo un impacto negativo para así poner en ellas mayor énfasis y recursos a su disposición, entre otras medidas. Para ello, se ha realizado un estudio que permitirá conocer si las empresas miden la productividad y cuáles son los indicadores claves de rendimiento que comúnmente utilizan en sus operaciones cotidianas.

5.2.3. HIPÓTESIS 3 (H₃)

5.2.3.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA HIPÓTESIS 3 (H₃)

Las organizaciones deben apoyar a sus miembros brindándoles las máximas facilidades con los mejores recursos que se encuentren a su alcance y crear una cultura organizacional que beneficie para que realicen sus tareas.

5.2.3.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA HIPÓTESIS 3 (H₃)

A través de una encuesta realizada a miembros de distintas empresas en diversos niveles corporativos, se analizará si las organizaciones se enfocan en estimular y promover una cultura organizacional que beneficie a todos por medio de:

- Resaltar las buenas prácticas en sus procesos.
- Creación de un clima corporativo abierto y de confianza, en el que cada miembro del equipo pueda externar sus ideas en todos los niveles de la organización.
- Soporte al trabajo que cada persona realiza, con reuniones para conocer a detalle las tareas de las personas e incorporar sus opiniones como oportunidades de mejora para todos.

5.2.4. HIPÓTESIS 4 (H₄)

5.2.4.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA HIPÓTESIS 4 (H₄)

Existe una apertura de las organizaciones para implantar nuevas tecnologías y ésta debe ser gestionada correctamente, anticipando el grado de dificultad y los retos que supondrá el cambio hacia nuevas tecnologías que permitan tener procesos más simples y eficientes, de acuerdo a los tiempos que vivimos y adecuándose a sus necesidades encaminadas a la excelencia.

5.2.4.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LA HIPÓTESIS 4 (H₄)

Para lograr tener equipos de alto rendimiento en nuestras organizaciones, es necesario que los recursos de los que disponen estén a la altura y a la vanguardia de los requerimientos de industria en la actualidad. Los procesos de transición hacia la digitalización de sistemas que propone la industria 4.0 requieren que se estime el grado de dificultad y la apertura que tienen para las personas de comprender estos nuevos sistemas y analizar las variables que pueden impactar en su implementación, midiendo así la disposición que tienen las organizaciones para adoptarlos.

6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

6.1. ESTUDIO SOBRE BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL, ENFOCADO A LA INDUSTRIA 4.0.

Para poder llevar a cabo un modelo estratégico que sea de verdadera utilidad para las organizaciones, es fundamental que primero se conozcan cuáles es la situación actual en el mundo real de empresas de diferentes tamaños, países, sectores industriales. Dentro de esto, se busca a través del juicio de expertos conocer que metodologías de mejora continua son las que mayormente se utilizan en las organizaciones, saber cuáles son los indicadores de rendimiento que más utilizan y cómo apoyan e informan a los trabajadores sobre los nuevos cambios en la empresa, sobre la estrategia y cómo son los procesos que se utilizan para acordar estas decisiones. En el siguiente punto, se explicará más a detalle la metodología seguida para realizar este estudio y los resultados que se han obtenido.

6.1.1. MATERIALES Y MÉTODOS PARA REALIZAR EL ESTUDIO

Este estudio se ha realizado a través del juicio de expertos, que en este caso son profesionales que se desempeñan en niveles estratégicos, tácticos y operativos de diferentes compañías en varios sectores industriales, principalmente manufactura, automoción, entre otras. Es importante señalar que todos profesionales tienen conocimientos desarrollados en Project Management y cuentan con diferentes niveles de experiencia dentro de sus organizaciones en la dirección y gestión de proyectos. Para conocer sus opiniones, a los profesionales se les ha hecho llegar una encuesta en línea para su relleno. En este estudio, se ha tomado para su análisis una muestra de 350 profesionales de la industria que se encuentran en diferentes países.

La encuesta está conformada por quince preguntas (ver Anexo 1), sin contar las de carácter personal. Las preguntas se encuentran distribuidas, en tres bloques, de la siguiente manera: al inicio, se tienen diez preguntas para conocer más a detalle a los profesionales y englobar su experiencia dentro de la dirección y gestión de proyectos; después, hay un segundo bloque de diez preguntas que

permiten interpretar la opinión de los profesionales sobre los beneficios de la Excelencia Operacional, acciones para implementarla y gestionarla para conocer los actuales procesos en sus organizaciones; y, por último, un tercer bloque que tiene cinco preguntas para evaluar los conocimientos básicos que poseen los profesionales sobre el concepto Industria 4.0.

El primer bloque busca también conocer el nivel de estudio de los encuestados, sector de la industria en que se desempeñan, si poseen certificaciones, la posición que ocupan en la organización y la ubicación geográfica donde se encuentra su sitio de trabajo, conociendo así algunas diferencias sobre las maneras de trabajar en las regiones, y su edad para tener un indicio sobre las costumbres de trabajo de las distintas generaciones y observar su conocimiento sobre las nuevas tecnologías y procesos modernos e innovadores, en relación con sus respuestas para elaborar este estudio. Las preguntas del segundo bloque, son sobre la Excelencia Operacional y buscan identificar cómo son los procesos para tomar decisiones, cómo se plantean y comunican los objetivos, qué balance se tiene sobre la estrategia y los procesos de apoyo y mejora que las organizaciones brindan a sus colaboradores. Mientras tanto, las preguntas del tercer bloque, que son sobre la Industria 4.0, sirven para evaluar la apertura al cambio para adoptar nuevas tecnologías en las organizaciones, conociendo los valores de equipo y las variables que son más importantes de apoyar para la implementación de estos conceptos en sus respectivos procesos.

A continuación, se expondrán las preguntas del segundo y tercer bloque, planteadas dentro de la encuesta en línea, mencionando cuál es el objetivo con el que estas preguntas fueron formuladas:

Pregunta 1: ¿Qué tanto cree Usted que conoce la estrategia de su organización? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

Esta pregunta tiene como objetivo identificar si los trabajadores encuestados están plenamente conscientes y dominan la estrategia que tiene su organización. Al tener una valoración del 1 al 5, dónde 5 es la mayor, permite saber cuál es el grado de conocimiento que los trabajadores tienen de la estrategia. Para dar su

respuesta, los profesionales sólo tienen que indicar cómo califican este conocimiento de la estrategia.

Pregunta 2: ¿Considera Usted que los proyectos de su organización están alineados con los objetivos? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

El objetivo es que los profesionales evalúen si las tareas y los proyectos que están llevando a cabo siguen la línea trazada para las metas planteadas por su departamento y, si estas metas suman a los objetivos generales de la empresa. Con esta evaluación, se refleja la importancia que tiene el que los trabajadores comprendan para qué están realizando sus tareas y cuál es dicho impacto en la organización, contribuyendo así a una mayor motivación y compromiso en sus áreas de trabajo. Nuevamente, para responder se brinda una escala del 1 al 5, donde 5 es la calificación más alta para evaluar este proceso.

Pregunta 3: ¿Considera Usted que su organización asegura que la estrategia se comunique en todos los niveles? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

Si la organización es capaz de definir la estrategia, comunicar correctamente y otorga los canales adecuados para que todos los trabajadores la entiendan plenamente, tendrá un gran avance para tener éxito y conseguir sus objetivos planteados. Esta pregunta tiene como objetivo saber si se da la comunicación correctamente en la organización y cómo se maneja. Si los profesionales evalúan con un 1, esto significa que la comunicación es nula y si marcan un 5, es porque la comunicación es excelente y se brindan espacios y medios para hacer énfasis en los equipos sobre la estrategia de la organización y aportar ideas creativas para alcanzar los objetivos.

Junto con las preguntas 1 y 2, la pregunta 3 sirve para buscar respuesta a la hipótesis 1 sobre si las organizaciones se preocupan por el impacto que tiene tener una estrategia definida y entendida por los trabajadores, haciendo hincapié en su constante comunicación y encaminando acciones coherentes hacia los objetivos planteados.

Pregunta 4: ¿Conoce Usted si su organización mide la productividad? Marque una opción de las siguientes.

El objetivo es determinar si los profesionales saben cómo son los procesos de evaluación de su organización. Si los conocen, es posible que alcancen mejores resultados y que la comunicación de los procesos en la organización está funcionando de forma adecuada. Además, se puede dar el caso de que una organización no tenga protocolos de medición de sus procesos. Los profesionales pueden seleccionar una de las siguientes cuatro respuestas: a) si existe pero la desconozco, b) si existe y la conozco, c) no existe, d) no lo sé.

Pregunta 5: ¿Conoce Usted si su departamento u otros departamentos son consultados para elaborar los KPI's? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

La pregunta tiene como objetivo identificar qué tanto las personas de distintos equipos y departamentos son involucradas para definir como se medirán los progresos de sus tareas y proyectos y si sus iniciativas son tomadas en cuenta. La alta dirección debe establecer indicadores clave de rendimiento (KPI's) para toda la organización y después cada departamento debe adoptarlos a sus tareas y proyectos asignados, en común acuerdo con los miembros de los equipos. Los profesionales tienen la posibilidad de valorar del 1 al 5, en este caso 1 significa que las decisiones se toman unilateralmente y sólo con criterio de los directivos y 5 que se toma en cuenta a los trabajadores.

Pregunta 6: ¿Cuál de los siguientes indicadores KPI's maneja su organización? (Puede elegir uno o más)

El objetivo es conocer cuáles de los propuestos son los indicadores clave de rendimiento (KPI's) que mayormente se utilizan en diferentes organizaciones e investigar el porcentaje de organizaciones que no utilizan ningún indicador de rendimiento para monitorear sus tareas y, al mismo tiempo, saber cuántas utilizan uno o más indicadores de rendimiento. Se proponen cuatro indicadores de rendimiento en la respuesta: a) Retorno sobre el capital (ROE), b) Retorno sobre

el activo (ROA), c) Efectividad Global de Equipos (OEE), d) Eficiencia Global del Operador, e) Ninguno.

Las preguntas 4, 5 y 6 dan respuesta a la Hipótesis 2 sobre si las organizaciones establecen indicadores de rendimiento para medir avances y logros y si involucra a los miembros de los equipos para acordarlos.

Pregunta 7: ¿En qué medida estas situaciones ocurren en su organización? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

Se plantean diferentes situaciones que suelen pasar en las distintas organizaciones y se tiene como objetivo conocer el ambiente y la cultura organizacional, así como su disposición para tener apertura y recibir retroalimentación con los trabajadores y brindar el suficiente apoyo para que mejoren su desempeño continuamente. La valoración del 1 al 5 indican que tan frecuente y común es encontrar las siguientes situaciones dentro de las organizaciones:

- Dar soporte para un trabajo más eficiente.
- Resaltar las buenas prácticas para mejorar la productividad.
- Sólo se da valor al criterio de los directivos.
- Hacer reuniones de equipo para aportar ideas de mejora.

Pregunta 8: ¿En qué porcentaje piensa usted que aumentaría el beneficio de su organización si se aumentará la eficiencia en procesos y la calidad del producto?

Su objetivo es interpretar si los trabajadores creen, aceptan y confían en los procesos de mejora que propone la Excelencia Operacional, si consideran que alcanzarla tendrá un impacto positivo y qué tan grande será el porcentaje de impacto para beneficio de la organización. Para esto, los profesionales seleccionan una de las siguientes cuatro respuestas disponibles: a) < 10%, b) Entre 10% y 25%, c) Entre 25% y 50%, d) > 50%.

Pregunta 9: ¿Cuáles de los siguientes métodos se han implementado en su organización? (Puede seleccionar más de uno)

La pregunta tiene como objetivo conocer qué métodos para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos son utilizados mayormente por las organizaciones donde se desempeñan los profesionales que toman parte de esta encuesta, así como identificar si utilizan una, varias o ninguna de estas técnicas en las que popularmente se insiste para que sean adoptadas y estandarizadas en las empresas. Para ello, los profesionales seleccionan las que correspondan de entre los siguientes métodos:

- Total Quality Manangement (TQM)
- Poka-Yoke
- Lean Six Sigma
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo
- Ninguno

Pregunta 10: ¿En cuál de las siguientes variables considera Usted que su empresa debe dedicar más esfuerzo para mejorar la eficiencia? Marque con una X, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

El objetivo es conocer la opinión de los profesionales sobre las oportunidades de mejora en las que la organización debe enfocarse para aumentar los beneficios y alcanzar la Excelencia Operacional, así como mejorar su calidad y percepción de sus productos y servicios, reduciendo los problemas que pueda llegar a tener en sus procesos. La valoración es del 1 al 5, dónde 5 es la mayor y se consideraría como un punto dónde la empresa tiene mucho por mejorar y debe centrar sus medidas. Todas las variables tienen relación con los métodos de mejora que se proponen en la pregunta 10, siendo un punto de partida para generar un diagnóstico de la situación de la organización. Las variables que en este caso se ponen a consideración de los profesionales son:

- Reducción de retrabajos.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Aumentar la eficiencia energética.
- Reducir errores de operación.

Las preguntas 7, 8, 9 y 10 se formulan en respuesta a la Hipótesis 3 que plantea que si las organizaciones implementan métodos que les permitan mejorar sus procesos en situaciones clave, su beneficio aumentará y alcanzarán la Excelencia Operacional.

Pregunta 11: Indique qué significa para Usted el concepto de Industria 4.0.

Esta pregunta tiene como objetivo identificar si los profesionales interpretan correctamente el principal enfoque de la industria 4.0, que es digitalizar y automatizar procesos para que se auto gestionen y controlen así mismos. Entre las respuestas posibles se mezclan conceptos de Excelencia Operacional, Big Data y Building Information Modeling. Las opciones de respuesta son las siguientes:

- Gestión de datos de edificación.
- Digitalización y automatización de los sistemas.
- Efectividad y eficacia en la organización.
- Grandes volúmenes de datos procesados.

Pregunta 12: En su organización, ¿considera Usted indispensable automatizar sistemas para que sean más efectivos en costo? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

El objetivo de esta pregunta es interpretar si los profesionales perciben la automatización y digitalización como buenas medidas para aumentar los beneficios económicos o si están en desacuerdo al percibirlo, por ejemplo, como herramientas en detrimento de las personas. Otra vez, la valoración va del 1 al 5, dónde 1 es la menor y 5 significa estar de acuerdo con estas medidas para aumentar la efectividad, eficiencia y reducir el riesgo o error humano.

Pregunta 13: Indique el grado de dificultad que Usted considere al implantar nuevas tecnologías en su organización, donde 1 significa simple y 5 complejo.

Esta pregunta persigue como objetivo medir el grado de apertura que tienen los profesionales para adoptar nuevas tecnologías y métodos innovadores en sus

trabajos, así como la percepción habitual que tienen del cambio, resaltando así la importancia de éste en las organizaciones para la implementación de la industria 4.0. Si su respuesta es 5, quiere decir que es complejo introducir nuevas tecnologías en sus procesos y 1 no hay considerable grado de dificultad por lo que la gente asume el cambio, lo abraza y forma parte de él.

Pregunta 14: ¿Cuáles de las siguientes variables cree Usted que pueden afectar la implementación de nuevas tecnologías? Marque con una X, siendo 1 la que menos afecte y 5 la que más.

El objetivo es reconocer las restricciones que se pueden tener para la implementación exitosa de nuevas tecnologías en las organizaciones y qué otros factores pueden impedir que no se acceda a las nuevas tecnologías; siendo necesario una identificación temprana de estas variables. Los encuestados evalúan del 1 al 5 las variables que se proponen, dónde 5 quiere decir que tiene mucho impacto y 1 que su impacto es menor. Las variables que se mencionan son:

- Presupuesto.
- Capacitación.
- Resistencia al cambio.
- Poco apoyo de la alta dirección.

Pregunta 15: ¿Cuál de las siguientes variables considera Usted que son más importantes para lograr equipos (personas) de alto rendimiento? Marque con una X, donde 1 es menos importante y 5 es más importante.

Es importante que las personas estén conscientes de los valores que llevan a que los equipos sean exitosos en su colaboración estrecha para llevar a cabo sus tareas. Por ello, el objetivo de esta pregunta es saber si los trabajadores tienen conciencia de estos valores y cómo los evalúan. Se destacan tres valores para que los profesionales los califiquen en una escala del 1 al 5, donde 5 es el más importante. Estos tres valores a evaluar son: comunicación, coordinación y cooperación.

Las preguntas 11, 12, 13, 14 y 15 arrojan una respuesta a la Hipótesis 4 acerca de la disposición que tienen las organizaciones y las personas para el cambio e implementar nuevas tecnologías y nuevos métodos en sus organizaciones que las ayuden a ser más flexibles y competitivas.

6.1.2. DATOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

En esta sección se presentarán y se analizarán los datos que han arrojado las encuestas hechas a los profesionales de diversos sectores industriales.

Primeramente, se delinearán los perfiles de las personas encuestadas de acuerdo a su edad, sexo, región en la que se encuentran, nivel de estudios, sector industrial en el que se desempeñan, nivel que ocupan en la organización, experiencia en gestión y dirección de proyectos, cantidad de proyectos que manejan anualmente y si poseen alguna certificación. Posteriormente, se realizará un análisis de los resultados obtenidos por las opiniones de los profesionales, siempre de acuerdo a su experiencia, en las preguntas del segundo y tercer bloque de la encuesta, relacionado con la Excelencia Operacional y la Industria 4.0 respectivamente.

Primer bloque de preguntas: Perfil de los profesionales encuestados

En esta encuesta ha participado una población de 350 profesionales ubicados en países de América del Norte, Centroamérica, Sudamérica, Europa y Asia. A continuación, en las siguientes figuras, se darán a conocer los resultados de esta muestra:

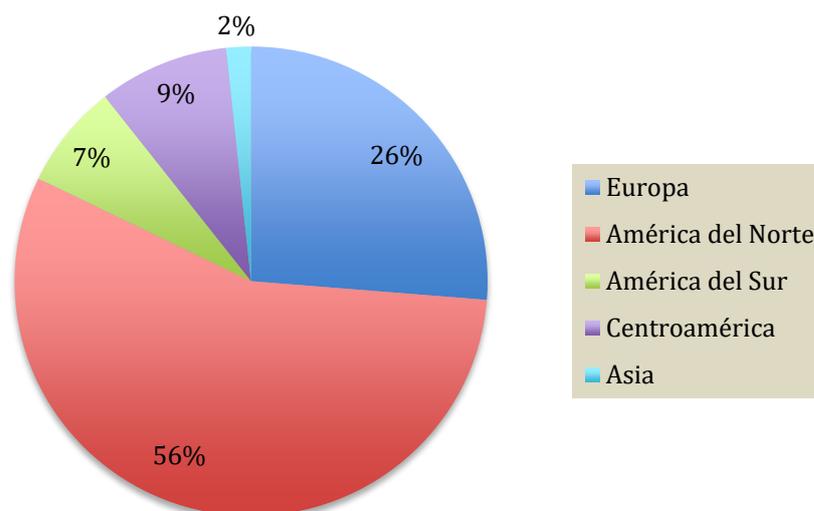


Figura 18 Porcentaje de las Regiones donde laboran los encuestados.

El sexo y las edades de los profesionales encuestados se pueden apreciar en las figuras 19 y 20, respectivamente.

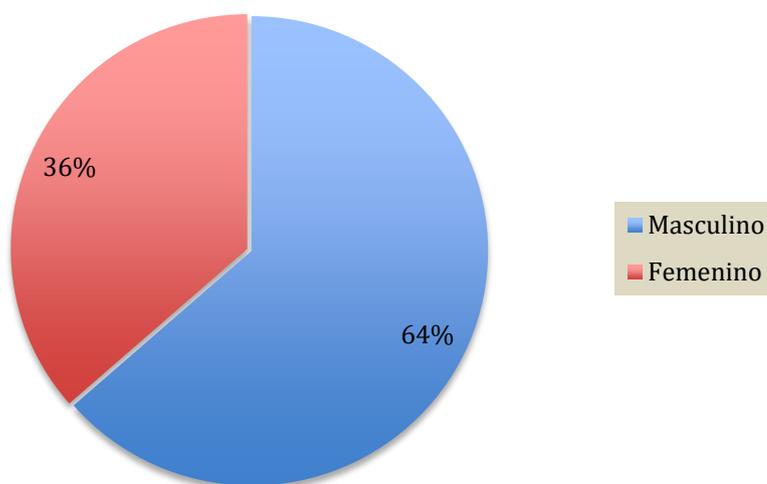


Figura 19 Porcentaje sexo de los encuestados

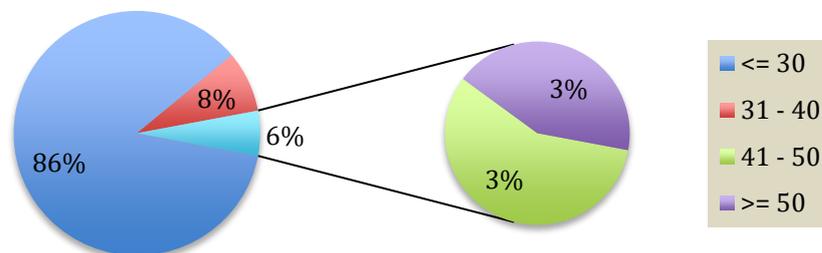


Figura 20 Porcentaje rango de edades de los encuestados

De entre los profesionales encuestados, 224 son hombres y 126 son mujeres, predominando así el sexo masculino con un 64%. Por otra parte, la gran mayoría de los encuestados, con un 86%, es menor o igual a 30 años; siendo este un dato muy interesante a seguir de cerca, ya que las generaciones jóvenes son los que tienden a estar más familiarizados con las nuevas tecnologías y tienen mayor apertura, tanto a los cambios como al aprendizaje continuo. Después el segundo mayor rango de edad es el de 31 a 40 años con un 8%, seguido de 41 a 50 años y mayores a 50 años con un 3% cada uno.

Como se ha mencionado anteriormente, los encuestados trabajan en variados sectores industriales y en distintos niveles dentro de las organizaciones a las que pertenecen:

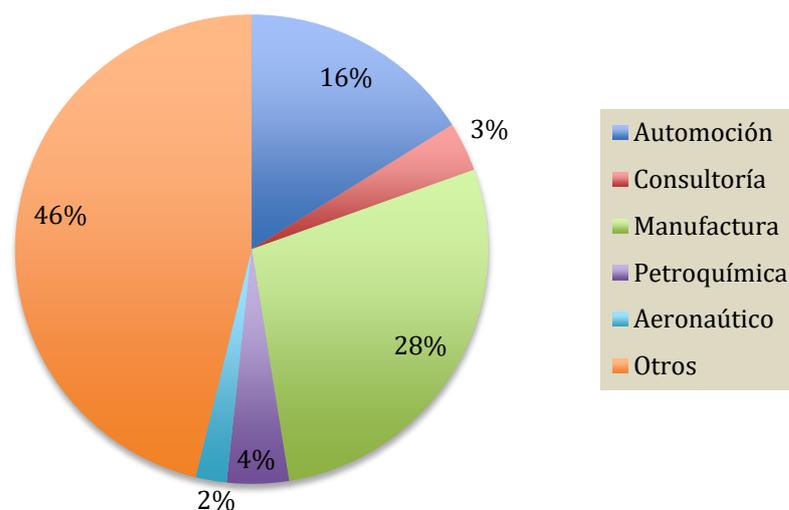


Figura 21 Porcentaje sectores industriales de los encuestados

En la figura 21 se puede apreciar que el sector con mayor presencia es el de manufactura con un 28%, seguido por el sector automoción con un 16%. En tercer lugar, se tiene a profesionales de la consultoría con un 3% y, por último, a los sectores petroquímico y aeronáutico con un 4% y 2% respectivamente. Otros sectores minoritarios, en conjunto suman 46% de los encuestados.

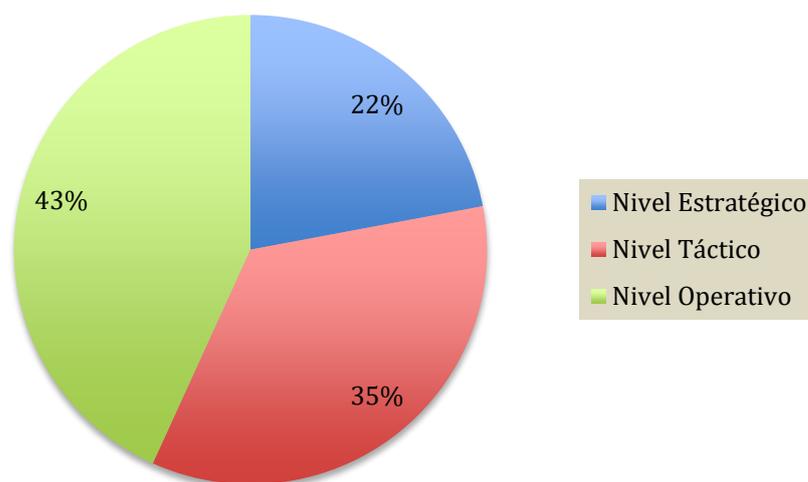


Figura 22 Porcentaje del nivel que ocupan en la organización los encuestados

Los niveles que ocupan en las organizaciones los profesionales encuestados, de acuerdo a las tareas que realizan, se han catalogado en tres niveles. Con 43% predomina el nivel operativo, por 35% del nivel táctico y 22% del nivel estratégico. Es importante conocer el nivel de estudios completados con el que cuentan los profesionales que han tomado parte de este estudio. En términos de porcentaje, como se aprecia en la figura 31 mostrada más abajo, esto significa que un 69% posee un título universitario, 20% además tiene un máster, 8% con un doctorado y 2% una formación técnica.

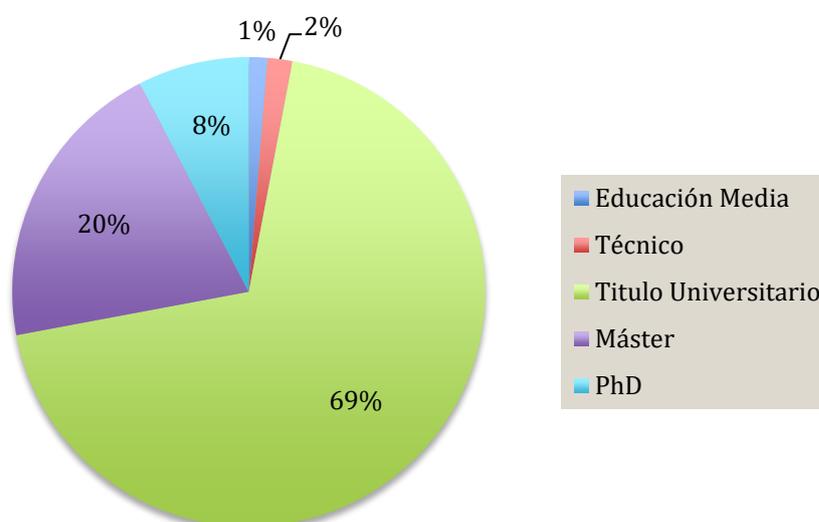


Figura 23 : Porcentaje nivel de estudios completados de los encuestados

Para terminar con esta sección, se mostrarán los resultados sobre los años de experiencia que los profesionales poseen en la dirección y gestión de proyectos, sus certificados y la cantidad de proyectos en los que participan anualmente dentro de su organización.

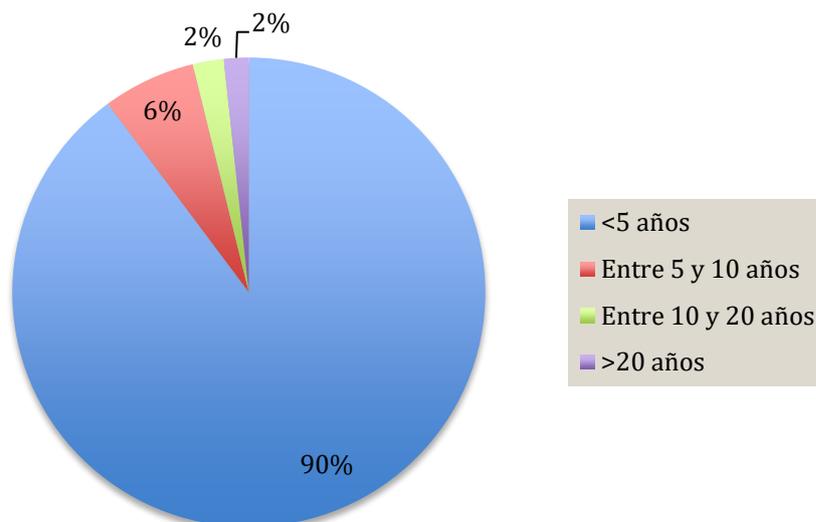


Figura 24 Porcentaje rango de años de experiencia de los encuestados

90% de los profesionales tienen una experiencia menor a 5 años en la dirección y gestión de proyectos, siendo con una gran diferencia el grupo mayoritario, mientras que 6% tiene entre 5 y 10 años de experiencia, 2% entre 10 y 20 años y 2% más de 20 años de experiencia.

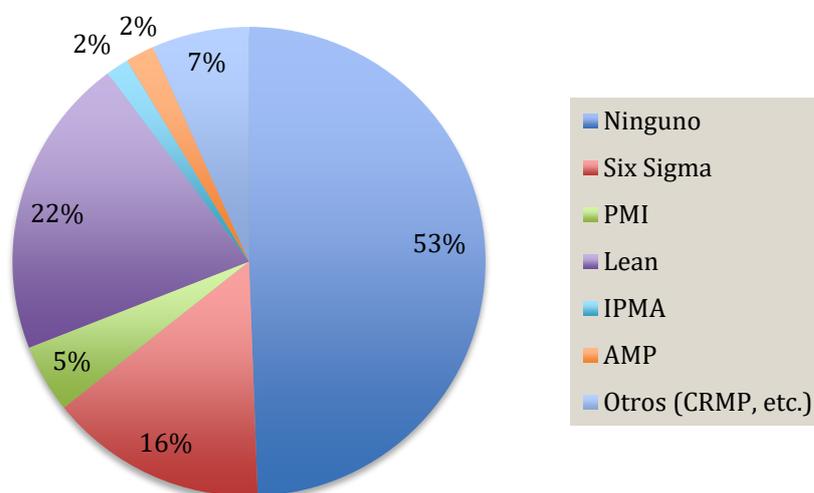


Figura 25 Porcentaje de certificados que poseen los encuestados

Referente a los certificados que se identifican en los participantes de este estudio, 22% cuenta con el certificado Lean, siendo este el mayor porcentaje. 16% tiene

certificado Six Sigma, 7% IPMA y 5% PMI. Por el contrario, un 53% aún no cuenta con alguno de estos certificados.

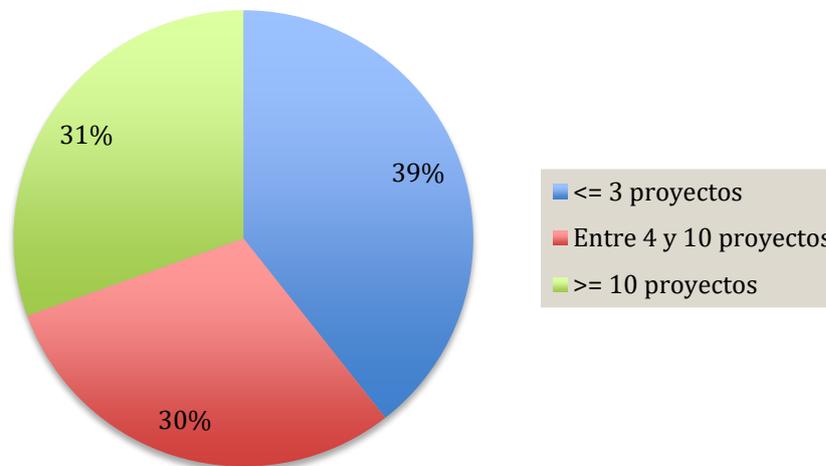


Figura 26 Porcentaje cantidad anual de proyectos de los encuestados.

Por último se presentan números sobre la cantidad de proyectos que anualmente tienen los encuestados en sus respectivas organizaciones, los resultados son bastante equitativos, ya que un 39% participa en 3 o menos proyectos, 30% lo hace en entre 4 y 10 proyectos, mientras que 31% toma parte de 10 o más proyectos dentro de su empresa.

Segundo bloque de preguntas: Conocimiento y dirección hacia la Excelencia Operacional

Tan sólo el 13% de los profesionales conoce plenamente la estrategia de su organización, mientras que un 34% tiene un muy bien conocimiento de dicha estrategia. Estos datos arrojan un diagnóstico de qué en las organizaciones es necesario trabajar más y crear medidas para que los trabajadores conozcan y dominan la estrategia de su organización. Es alarmante que un 37% conozcan de manera básica su estrategia y un 16% no conozcan su estrategia, siendo muy complicado orientar sus tareas.

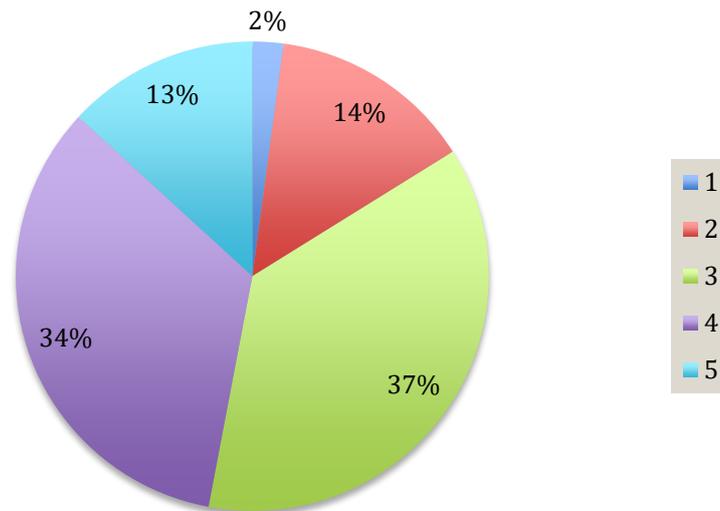


Figura 27 Porcentaje conocimiento de la estrategia

Un punto importante para tener éxito en la implementación de la Excelencia Operacional en el negocio es que los proyectos estén alineados y tengan coherencia con los objetivos que se enmarcan dentro de la organización. Contrario a la pregunta anterior sobre el conocimiento de la estrategia, en este punto se observa que las organizaciones gozan de una mejor evaluación, ya que en total en total 61% profesionales valoraron con las mejores calificaciones esta situación, 42% lo hizo con un 4 y 19% con un 5. Sin embargo, se necesita orientar más las acciones desde la planificación de las tareas de los proyectos, para que el 39% entienda para qué son sus tareas, es decir, hacia dónde van y qué persiguen. Alinear los proyectos con los objetivos, permite tener una mayor probabilidad de éxito para alcanzarlos y también que los trabajadores tengan una mayor confianza en los procesos que están emprendiendo.

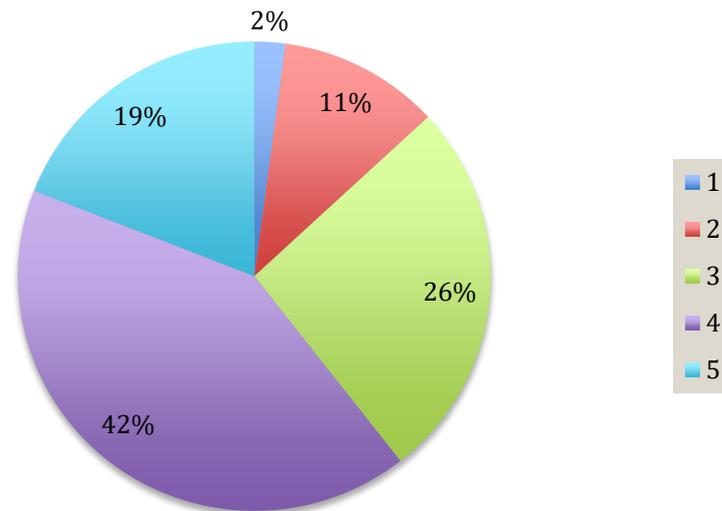


Figura 28 Porcentaje evaluación de alineación de proyectos con objetivos

Las organizaciones deben asegurarse que la estrategia sea comunicada en todos los niveles de la organización, a través de diversos canales como pueden ser juntas generales, correos electrónicos, etc. Además cada departamento, debe asegurarse de realizar sesiones periódicas para que se revise la estrategia para que ésta sea comprendida por todos los miembros del equipo y posteriormente, revisar si se están orientando las tareas de cada uno hacia los nuevos objetivos propuestos. Permea la estrategia por toda la organización es un paso fundamental hacia el cumplimiento con éxito de las metas, tanto a corto como a largo plazo. La estrategia debe ser apoyada y comunicada por iniciativa de la alta dirección de la organización hacia todos los demás departamentos, sin distinción. El flujo de información hace posible el engranaje y compromiso de todos los factores necesarios para ponerse en marcha hacia la dirección deseada, en este caso, la excelencia del negocio. Los resultados reflejan que muchas organizaciones no priorizan la comunicación de su estrategia en todos los niveles; tan sólo 11% personas califican que la comunicación de la comunicación es excelente y 29% que es adecuada. En general, este porcentaje debería ser más alto, 32% considera que se comunica pero no se da seguimiento a la comprensión de la estrategia, lo cual tampoco tendrá los resultados deseados en el futuro; 28% diagnostica que en sus organizaciones no se comunica la estrategia, por lo que estas compañías están dejando pasar una oportunidad de integrar a las personas hacia un mismo objetivo.

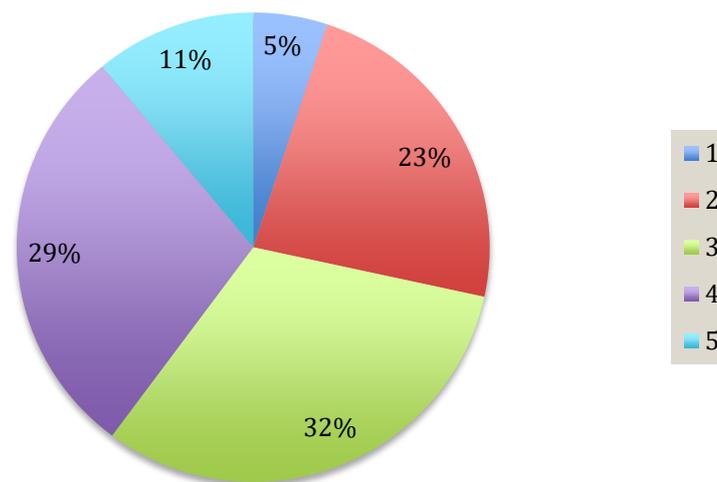


Figura 29 Porcentaje valoración de comunicación de la estrategia

Para incrementar los estándares de los procesos de la organización, es necesario realizar medidas que permitan diagnosticar y aumentar progresivamente la productividad en todas las áreas de la organización, aprovechando al máximo sus activos y lograr la Excelencia Operacional en el negocio. Es por esto que se procede a evaluar si las organizaciones miden la productividad en las personas y equipos y si esta forma es conocida por todas las personas involucradas. Si las personas desconocen estos procesos y la organización tampoco se preocupa y no es insistente en hacer cumplir los estándares de los procesos, se incurre en un grave error y en una contradicción de su voluntad para implementar la Excelencia Operacional. El 56% de los profesionales conoce la forma en qué se mide la productividad en su organización, mientras que 23% sabe qué se mide pero desconoce cómo, 11% dicen que en las organizaciones en las que trabajan no existe y 9% no lo sabe. Desconocer el proceso de productividad o no siquiera tenerlo es un fallo costoso para la organización.

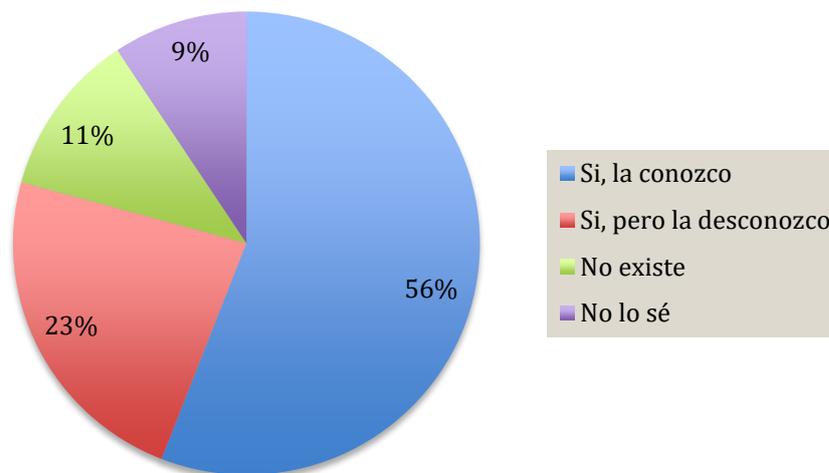


Figura 30 Porcentaje medición de productividad en la organización

El siguiente es un punto de inflexión en las organizaciones para lograr acuerdos comunes, compromiso y confianza entre los miembros de los equipos y la alta dirección. Para monitorear los progresos en los proyectos y el desempeño de los equipos se establecen indicadores claves de rendimiento (KPI's). Estos indicadores clave de rendimiento se proponen de común por la alta dirección y los equipos, mientras estos últimos realizan pequeñas adaptaciones para adecuarlos a sus tareas, dando lugar a indicadores claves de rendimiento para toda la organización y para un departamento en particular. Para lograr un mayor compromiso y aceptación de estos indicadores, es fundamental que los departamentos sean consultados para elaborarlos y no se llegue a inconformidades, por ejemplo, por malinterpretación de cómo establecer estos indicadores en los procesos cotidianos y tareas de las personas. Actualmente, las organizaciones están tendiendo a ser más incluyentes e integrar a todos sus miembros en estos procesos y eso se ve reflejado con los resultados obtenidos; 22% calificó con un 5 esta valoración y 24% con un 4, siendo esto positivo porque quiere decir que la organización se preocupa por logrados acuerdos y las personas se sientan identificadas y comprometidas con sus tareas, mejorando así la satisfacción con lo que hacen. El 22% de las personas cree que su organización debe mejorar en este proceso y 30% piensa que en su organización todavía no se emprende un camino hacia esta iniciativa.

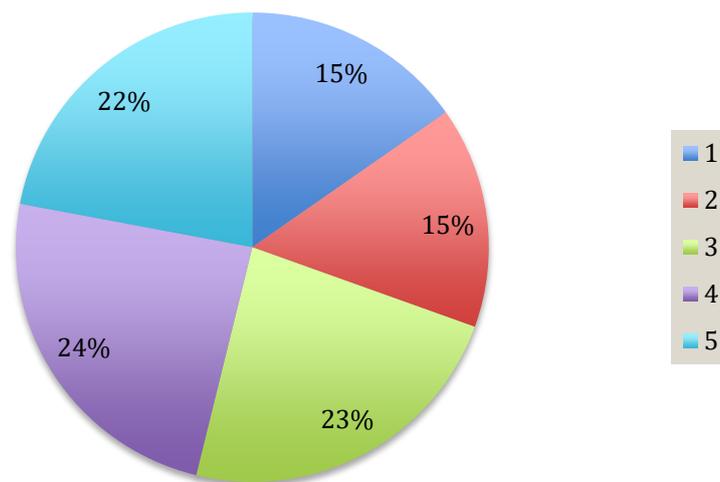


Figura 31 Porcentaje de valoración consulta para elaborar KPI's.

Una vez después de realizada la consulta sobre qué indicadores clave de rendimiento son necesarios, se pasa a su establecimiento. En este estudio, es de interés conocer cuáles son los indicadores clave de rendimiento más comunes en las organizaciones y saber cuántas implementa uno o varios indicadores clave de rendimiento. Más indicadores aumentan la complejidad pero también dan paso a un monitoreo progreso más efectivo de los avances que va teniendo la organización en un mejor beneficio en el uso de activos, capital y eficiencia en procesos. Como resultado, el indicador clave de rendimiento mayormente utilizado es el Retorno sobre el Capital (ROE) con 38%; en segundo lugar, la Eficiencia Global de Equipos (OEE) con 30%; luego, el Retorno sobre Activos (ROA) con 29% y por último, la Eficiencia Global del Operador con 20%. De las personas en este estudio, 24% dijeron que sus organizaciones no utilizan indicadores claves de rendimiento. Por otra parte, es de resaltar que el 33% de las organizaciones utilizan 2 o más indicadores clave de rendimiento, 11% tiene 3 o más y 44% sólo utiliza un indicador clave de rendimiento.

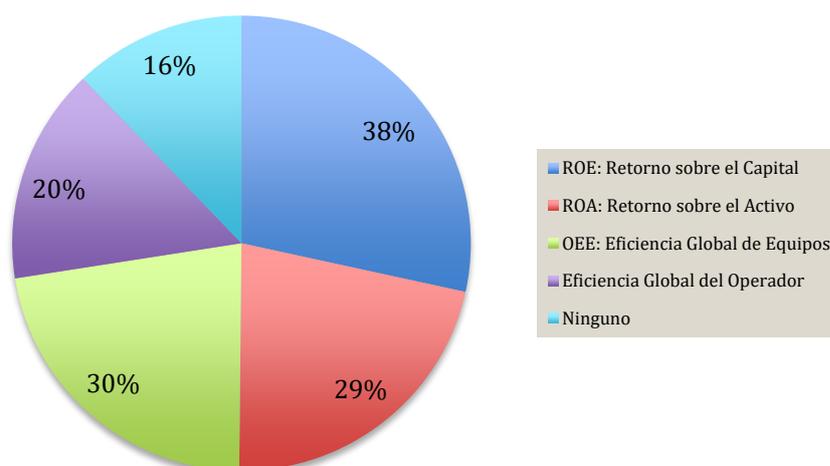


Figura 32 Porcentaje KPI's más utilizados en las organizaciones

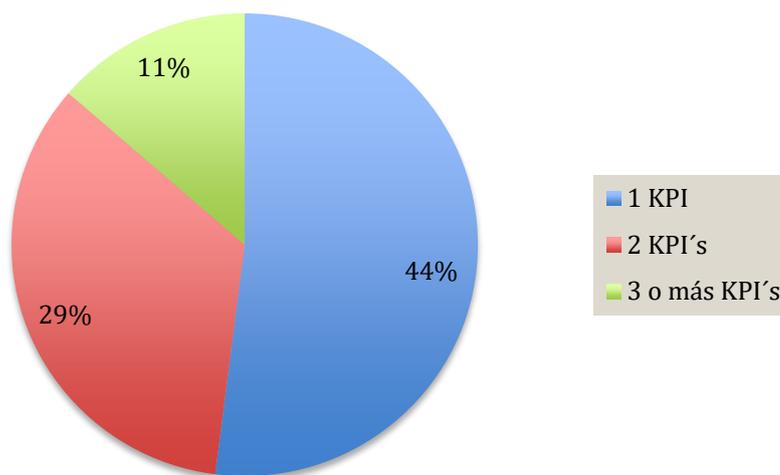


Figura 33 Porcentaje de organizaciones que utilizan varios KPI's.

Para poder proponer posteriormente un modelo de madurez, esta pregunta sirve para diagnosticar la etapa en que se encuentran las organizaciones de acuerdo al criterio de los profesionales participantes. Los encuestados valoran situaciones como resaltar las buenas prácticas para mejorar la productividad, dar soporte para un trabajo más eficiente o hacer reuniones de equipo para proponer ideas de mejora; con esto, se puede percibir que tan avanzada se encuentra la posición de una organización en su camino hacia la excelencia operacional, porque si estas situaciones resultan con una valoración baja por parte de los trabajadores quiere

decir que la organización tiene que comenzar por cambiar su postura y su cultura organizacional para que estas situaciones ocurran con mayor frecuencia, lo cuál tomará un cierto tiempo, sobretodo, si son costumbres que se encuentran profundamente arraigadas en los integrantes de la organización. La valoración indica que la práctica más común es hacer reuniones de equipo para aportar ideas de mejora. En general, las organizaciones también dan apoyo para un trabajo más eficiente y resaltan las buenas prácticas para mejorar la productividad. La situación crítica, en la que se tiene mucho que mejorar, es en la mentalidad y apertura para que no solo se dé valor al criterio de todos los miembros, que es donde se observa existe mayor paridad en las valoraciones realizadas por las personas.

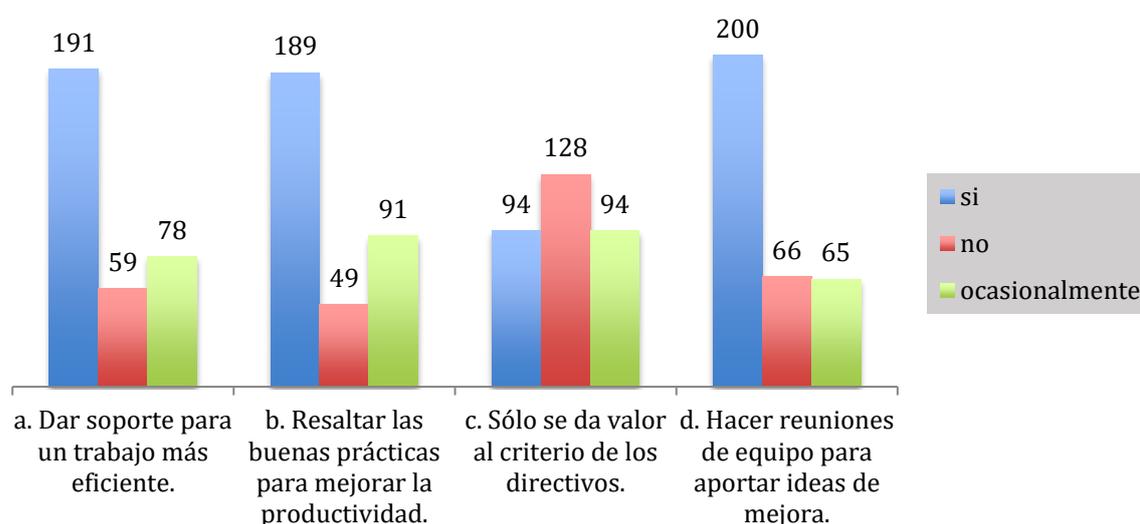


Figura 34 Valoración de prácticas hacia la Excelencia Operacional

Esta pregunta evalúa la percepción y expectativas que los profesionales tienen de la Excelencia Operacional. Resultados tangibles e importantes como el aumento de los beneficios, promoverán que los trabajadores de las organizaciones confíen en estas prácticas, la extiendan en todos los ámbitos y los resultados prueben por su mismo lo destacado de llevar estas buenas prácticas a cabo en todos los niveles. Un 43% de los profesionales opina que el beneficio de la organización aumentaría entre un 10% y 25%, destacando que otro 37% piensa que los beneficios aumentarán entre 25% y 50%. Alcanzar este rango de beneficio es muy factible si las prácticas de la organización mejoran y se comprometen en pos de alcanzar la excelencia en el negocio. 14% de las personas encuestas opinan

que incluso se puede aumentar el beneficio en más de un 50%, y si la organización es pequeña pero está fuertemente comprometida con estas prácticas puede lograr estos resultados en un mediano plazo. 6% piensa que la Excelencia Operacional incrementará el beneficio de la organización en menos de 10%, siendo así un criterio para que ellos no confíen en la Excelencia Operacional ni los beneficios que aporta.

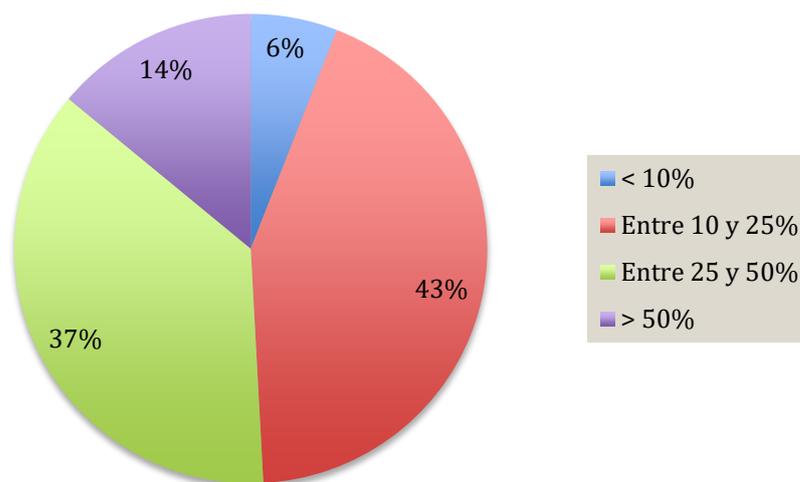


Figura 35 Porcentaje de valoración de aumento en el beneficio

El porcentaje de personas que cree en los beneficios de la Excelencia Operacional se muestra contundente: 94%.

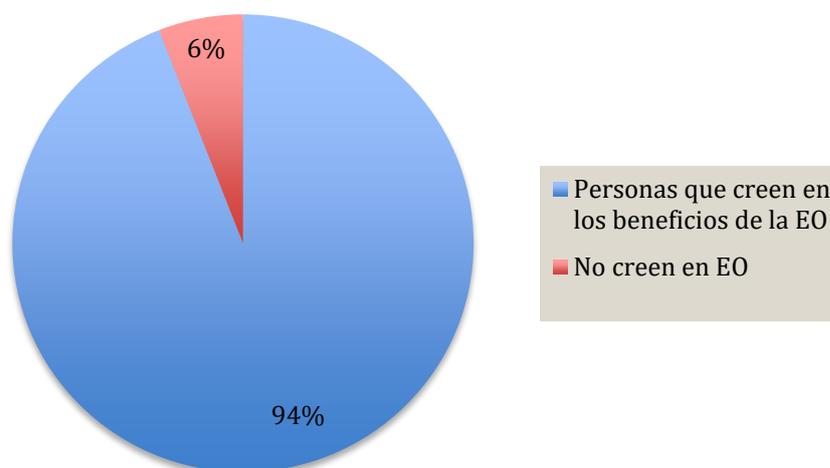


Figura 36 Porcentaje que confía en la Excelencia Operacional

Otro método que se utiliza en este estudio para hacer un diagnóstico de que tan avanzada está la organización en implantar métodos de mejora continua y medir su nivel de madurez, es a través de preguntar si se utilizan métodos de mejora continua en las organizaciones de los profesionales encuestados, cuáles son los métodos que mayormente tienen implementados y si tienen uno o más de estos métodos en sus procesos. Algunos de estos métodos son TQM, Lean Six Sigma, Poka-Yoke y Mantenimiento Predictivo. Como se muestra en los resultados, en la figura 38, el 23% de las organizaciones tienen un grado de madurez mayor al contar con 3 o más de estos métodos implementados, mientras que el 20% tiene 2 métodos y el 17% de los encuestados indica que su organización tiene sólo un método implementado, por lo que podríamos considerar que tienen un segundo nivel de maduración y 66 organizaciones, como se ve en la figura 55, se encuentran en el primer nivel al no tener ningún método de mejora implementado para sus procesos. De la figura 37, se interpreta que el método más común para mejorar la eficiencia es el Mantenimiento Preventivo con un 49%, seguido de Six Sigma con 34%, luego Poka-Yoke y Mantenimiento Predictivo con un 26% ambos y 25% Total Quality Manufacturing (TQM). En general, los resultados muestran un equilibrio y cuando una organización tiene un método de mejora implementado, ve los beneficios e incorpora más métodos de mejora continua a sus procesos, consiguiendo una ventaja competitiva para lograr la Excelencia Operacional del negocio.

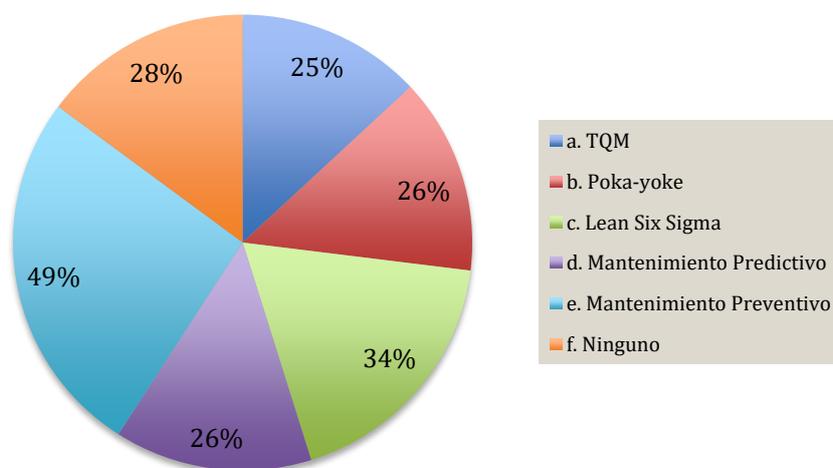


Figura 37 Porcentaje de métodos de mejora más comunes

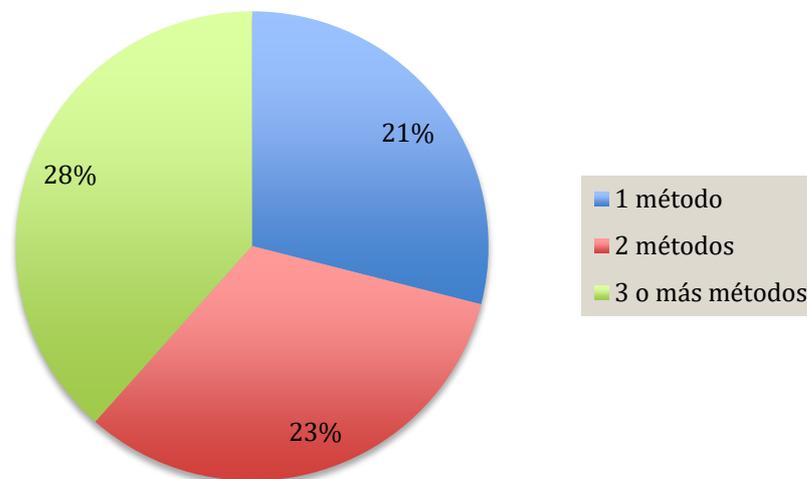


Figura 38 Porcentaje de organizaciones con varios métodos de mejora

Para encaminar la organización hacia la Excelencia Operacional se necesitan prácticas bien definidas en las que se deben enfocar los mejores recursos disponibles porque ayudarán a incrementar la eficiencia, una parte fundamental para la excelencia en procesos del negocio. Se observan situaciones como reducción de re-trabajos, reducir errores de operación y satisfacción del cliente porque son pasos requeridos para lograr el objetivo mayor, la Excelencia Operacional. En general, los profesionales piensan que las empresas dedican más esfuerzo a reducir errores de operación y re-trabajos; aunque es necesario reforzar medidas para satisfacer las necesidades de los clientes, donde se observa una paridad entre los que opinan que la organización no dedica esfuerzo en absoluto o dedica un esfuerzo medio para satisfacer a los clientes. Hay que tener muy claro que uno de los factores clave para el éxito de cualquier compañía es darle al cliente lo que pide y cumplir con sus expectativas. Una organización que defrauda a sus clientes, se desangra así misma, ya que sin ellos la empresa no es nada y no cumpliría con una de sus razones de ser, aportar productos y servicios para añadir valor. Otro punto de mejora que se observa es aumentar la eficiencia energética, en donde muchas organizaciones no crean conciencia del impacto negativo en su imagen respecto a su sociedad y además está

incurriendo en gastos innecesarios que bien podrían ahorrarse con un mejor control.

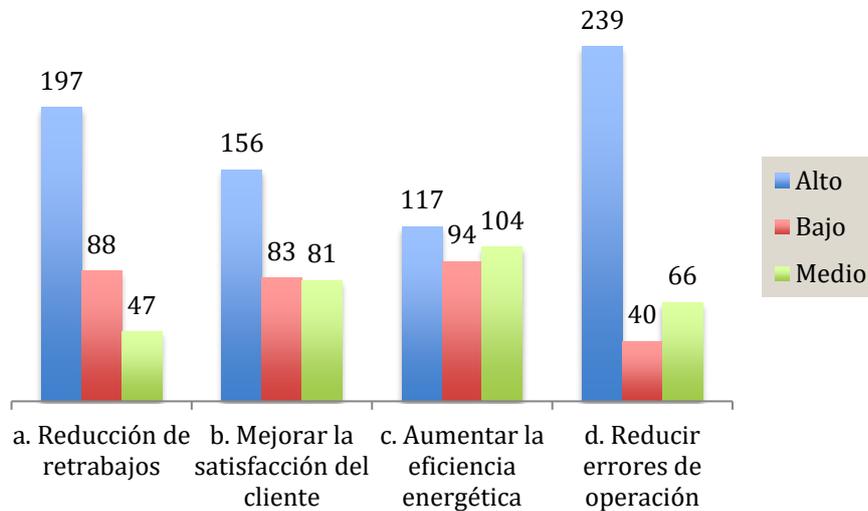


Figura 39 Acciones a las que dedican esfuerzo las organizaciones

Con los resultados aquí provistos, se propondrá un modelo estratégico que incorpore posibles soluciones a las organizaciones para que mejoren su desempeño y tengan éxito en aplicar estas medidas.

Tercer bloque de preguntas: Conocimiento de la Industria 4.0 y apertura hacia nuevos métodos

A partir de esto se aportan datos interesantes sobre su análisis acerca de cuál es el conocimiento promedio que tienen los profesionales de las distintas organizaciones sobre el concepto de la Industria 4.0, su disposición al cambio y a adoptar nuevas tecnologías en beneficio de los procesos de la empresa, con el grado de dificultad que esto tendría para llevarse a cabo. Este bloque comienza con la pregunta 11 de la encuesta.

Primeramente, un 39% de los encuestados demuestran un conocimiento básico del concepto industria 4.0; mientras que algo interesante es que 51% de los encuestados lo relacionó con el concepto de la Excelencia Operacional. Esto sustenta y realza el valor de este estudio que se está llevando a cabo, demostrando que son conceptos que pueden ir de la mano en su enfoque de

implementación. 11% de los profesionales desconocen el concepto principal de la industria 4.0.

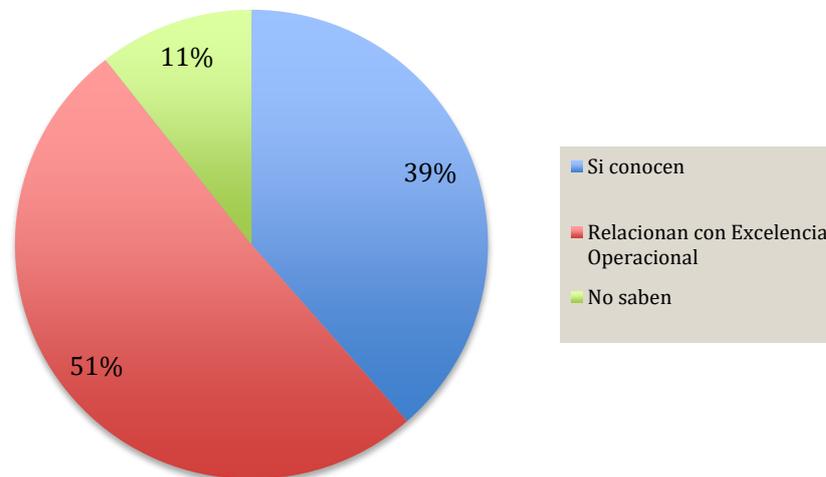


Figura 40 Porcentaje de personas que conocen el concepto industria 4.0

La automatización de los procesos ayuda a la organización a incrementar la calidad de sus procesos y reducir los riesgos que se tienen, así como un mayor grado de seguridad para las personas que interactúan en estos procesos, ahorrando en costos a largo plazo. Ésta es una de las premisas fundamentales de la industria 4.0, junto con la digitalización, que permiten mayor flexibilidad en los procesos a través de sistemas ciber-físicos y el internet de los objetos. De los encuestados, el 37% considero con indispensable automatizar los sistemas de la organización, mientras que un 29% lo ve como una buena medida. Otro 20% indicó que es una medida no completamente necesaria para sus organizaciones y 14% de los encuestados la considera como poco o totalmente innecesaria, al otorgar valoraciones de uno y dos, con un 4% y 10% respectivamente. La digitalización y automatización de los sistemas se verá reflejado también en el grado de satisfacción que puedan tener los clientes al serles ofrecidos productos personalizados y adecuados específicamente para las necesidades especiales que puedan tener ellos. Los profesionales valor la automatización de forma aceptable, entendiendo que así es la tendencia actual para ejecutar procesos, que estén mejor controlados, optimizados y con un mantenimiento más preciso y enfocado al tamaño de sus necesidades.

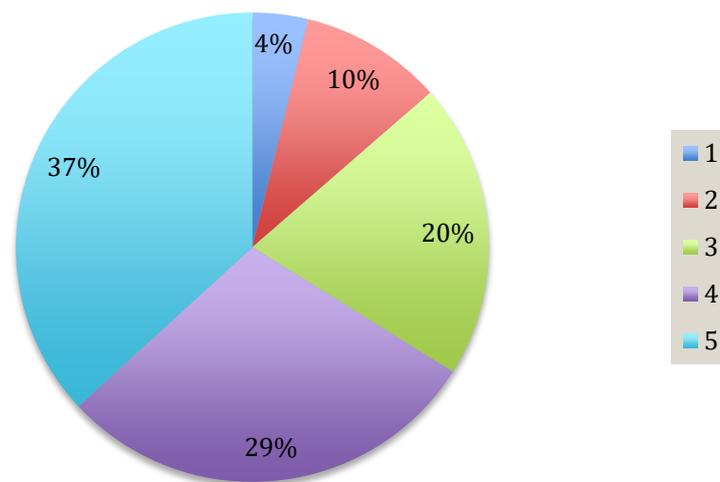


Figura 41 Porcentaje que considera indispensable la automatización

El grado de dificultad que se puede tener en las organizaciones para implantar nuevas tecnologías y nuevas formas de trabajo está directamente relacionado con la apertura al cambio que tienen las personas que forman parte, siendo la gestión del cambio una parte esencial para acompañar este proceso. Por supuesto que en el grado de dificultad influyen otros factores que se analizarán en una pregunta posterior. Pasando a los resultados obtenidos, 12% de los profesionales evaluó con el mayor grado de dificultad, 5, implantar nuevas tecnologías en su organización. La mayoría con 40% valoró un grado de dificultad medio y sigue un grado de dificultad 4, también muy alto, con un 28%. Un 14% valoró con poco grado de dificultad implementar nuevas tecnologías en su organización y un 6% calificó como mínimo el grado de dificultad. Las organizaciones que tienen un menor grado de dificultad para implantar nuevas tecnologías y en las que sus integrantes aceptan y abrazan el cambio, tienen otra gran ventaja competitiva respecto a las demás. Respecto a los resultados, también era de esperarse que la mayoría de las personas fuera a opinar que en su organización habría grados de dificultad elevados. Es normal y totalmente propio de los seres humanos, tener dificultad e incertidumbre ante los cambios que ocurren.

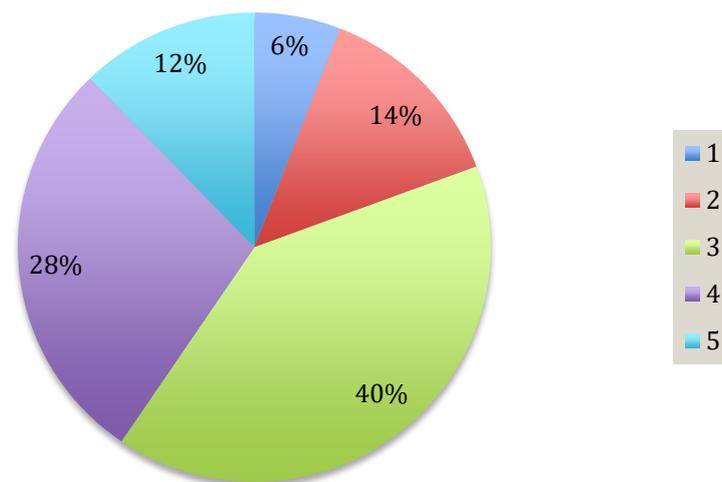


Figura 42 Porcentaje de valoración del grado de dificultad para implementar nuevas tecnologías

Anteriormente se ha mencionado que existen muchos factores que influyen en el grado de dificultad para implementar nuevas tecnologías en las organizaciones. En esta pregunta, se plantean algunos de esas otras variables y el nivel en qué pueden impactar; entre las variables evaluadas están el presupuesto, la capacitación y poco apoyo de la alta dirección. Los profesionales encuestados opinan que la variable que más afecta es el presupuesto y, en segundo lugar, la resistencia al cambio lo que infiere la falta de gestión del mismo en las organizaciones. En general, también opinan que la capacitación y el poco apoyo de la alta dirección pueden tener un impacto negativo que afecta a la implementación y adopción de nuevas tecnologías en los procesos de la organización. El apoyo de la alta dirección es siempre fundamental y cabe destacar que los resultados indican que existe cierta paridad en la opinión de los encuestados quienes dicen que esta falta de apoyo de la alta dirección puede tener un impacto alto, bajo o medio dependiendo la situación. Sin duda, esto es una muestra de que falta conciencia para desarrollar y ponderar correctamente el apoyo de la alta dirección para este tipo de iniciativas, ya que sin ello es muy probable que no se aprueben los presupuestos ni los recursos requeridos para llevar a cabo la implementación, teniendo así poco margen para la capacitación de las personas y manejar la gestión del cambio. Al final se muestra que todas las variables se interrelacionan entre sí y su impacto se refleja en las otras.

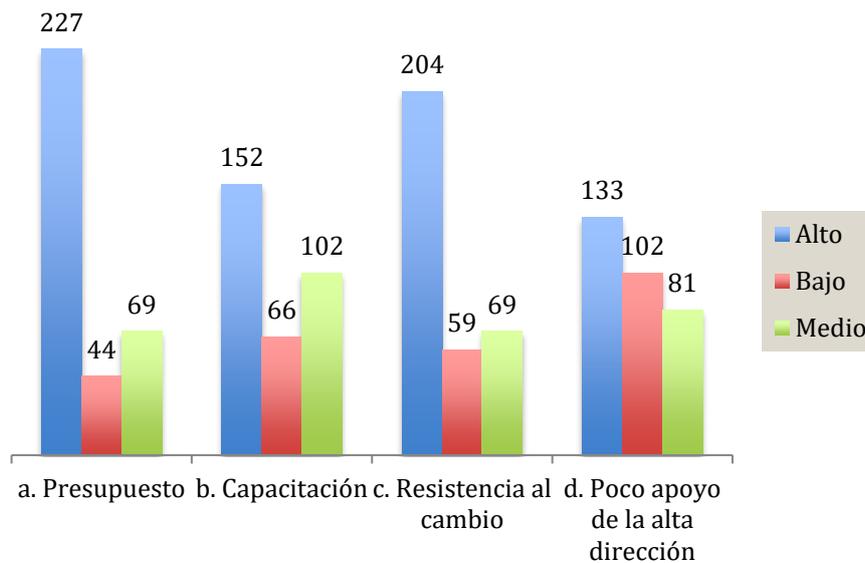


Figura 43 Variables que más afectan la implementación de nuevas tecnologías

El éxito de la implantación de la Excelencia Operacional y los métodos de la industria 4.0 hace posible el desarrollar más equipos de alto rendimiento dentro de las organizaciones. Estos equipos de alto rendimiento se caracterizarán por tener claros distintos valores para una mejor colaboración. En este estudio, valoramos tres de esos valores: comunicación, coordinación y cooperación. En definitiva, la opinión de los encuestados es contundente y muestra un equilibrio en la importancia que estos tres valores tienen en el desempeño de equipos de alto rendimiento. Esto muestra que los profesionales participan en este tipo de equipos y que las organizaciones se preocupan por capacitarlos y entrenarlos, creando conciencia de lo importante que son estas variables en el trabajo diario de las empresas. Por supuesto, los tres valores se encuentran interrelacionados entre sí y uno impacta al otro en ambos sentidos. Si se tiene una buena comunicación es posible tener una buena coordinación entre las personas y con comunicación se da paso a una cooperación estrecha y clara para que en conjunto las acciones se alineen y den seguimiento para lograr los objetivos, como lo es tener procesos de excelencia para implantar tecnologías que digitalicen estos procesos y permitan aprovecharlos al máximo.

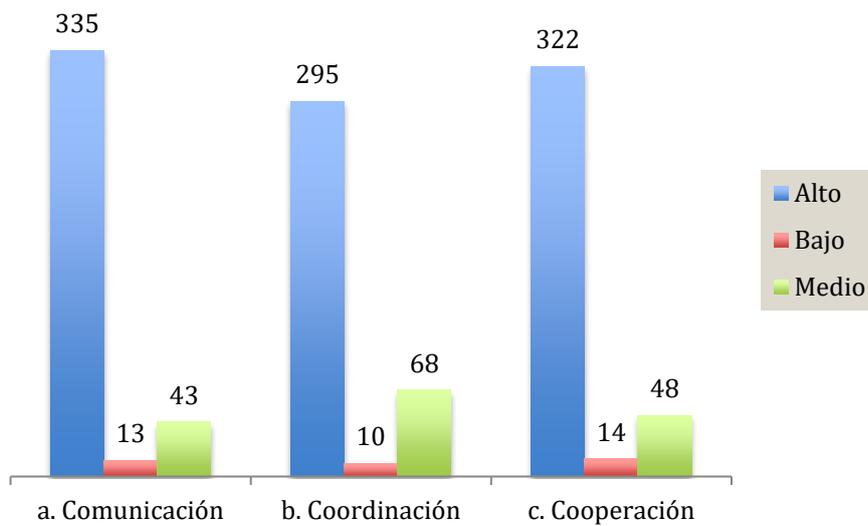


Figura 44 Variables más importantes para lograr equipos de alto rendimiento

7. CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Este Trabajo de Fin de Máster persigue crear un diagnóstico panorama actual de cómo se encuentran las organizaciones, cómo se sienten los profesionales que en ella se encuentran y en qué posición se encuentran, para aportar conocimiento de un modelo estratégico que mejore el uso de los activos con procesos más eficientes y digitalizados, buscando desarrollar fábricas inteligentes que serán más sostenibles en aspectos sociales, económicos y ambientales.

El estudio y diagnóstico se han podido realizar de manera exitosa, sin contratiempo y con los resultados descritos en las preguntas que se han planteado en este estudio sobre diversos temas mencionados anteriormente en la búsqueda de la Excelencia Operacional enfocado a la Industria 4.0.

H₁: Las organizaciones están conscientes del impacto que tiene que las personas conozcan su estrategia y que ésta sea bien definida, bien comunicada y sustentada con las acciones que la organización emprende.

Las preguntas 1, 2 y 3 aportan los resultados corresponden al análisis sobre la importancia que tiene definir una estrategia y una dirección en todos los niveles de la organización. Con estos datos se contrasta a esta hipótesis. Se puede observar, que sólo la mitad de los profesionales opinan que las organizaciones de este estudio tienen conciencia del impacto que provoca que las personas no conozcan la estrategia de la organización ni orientan sus acciones para los logros de la misma; por lo que es necesario aportar un modelo estratégico que incluya esta necesidad que tiene la organización. Las organizaciones tienen que trabajar más en la comunicación de su estrategia, por ejemplo:

- Utilizar medios adecuados donde se explique la estrategia y los objetivos que tiene la organización a corto y mediano plazo, por ejemplo, a través del correo electrónico.

- Organizar foros, cursos en línea y seminarios presenciales en dónde se explique a detalle la estrategia y se resuelvan preguntas que puedan tener los colaboradores.
- Tener reunión general de la alta dirección con los trabajadores para dar a conocer.
- Dar seguimiento en las reuniones de equipo, generalmente semanales, a los objetivos planteados.

Este contraste de hipótesis comprueba que muchas organizaciones se encuentran en un nivel de madurez uno y dos en cuanto a la comunicación y comprensión de la estrategia y objetivos que se van estableciendo. Algunas alcanzan un nivel tres, sin embargo, falta más seguimiento para llegar a los niveles de madurez más altos.

H₂: Las organizaciones establecen indicadores claves de rendimiento (KPI's) que son reconocidas y acordadas con todos los miembros de los departamentos para medir sus acciones.

Dentro del primer bloque de preguntas, también se valoran cuáles son los indicadores clave de rendimiento que utilizan las organizaciones para medir procesos y proyectos. Derivado de los resultados, las organizaciones tienen que plantearse establecer indicadores clave de rendimiento que se adecúen a sus necesidades y lo deben hacer en un entorno integrador, es decir, muchas organizaciones carecen de un proceso que consulte a los miembros de los equipos para acordar los indicadores clave de rendimiento. Cuando no se alcanzan acuerdos, es muy difícil que los miembros reconozcan la meta y se comprometan con ella.

Para sustentar más el monitoreo de los procesos, es conveniente que las organizaciones tengan varios indicadores claves de rendimiento; aunque se revela que hay un porcentaje de organizaciones que ni siquiera tienen al menos un indicador clave de rendimiento. Sin esto, se carece de una forma efectiva para medir los avances que van teniendo las tareas de los equipos relativos a un proyecto. Esto también representa una forma proactiva de trabajar y medir el desempeño de todos para crear equipos de alto rendimiento. Las organizaciones

se enfocan más en aspectos económicos como el Retorno sobre Capital y Activos; por lo que faltan estrategias orientadas a las personas y aumentar la Eficiencia Global del Operador, por ejemplo. El nivel de madurez de las organizaciones es tres e inclusive cuatro y cinco en las que tienen más de tres indicadores clave de rendimiento para sus procesos, partiendo de que todas tienen estándares definidos.

H₃: El aumento del beneficio en las organizaciones se ve reflejado mediante la implementación de métodos que permitan el alcance de la excelencia en sus procesos.

El análisis de resultados de las preguntadas orientadas hacia costumbres de trabajo y situaciones que ocurren frecuentemente en las organizaciones de los profesionales encuestados, los métodos de mejora continua y gestión de calidad implantados en sus organizaciones y su impacto para el aumento de beneficio en la organización, demuestran que muchos profesionales valoran como positiva y confían en la Excelencia Operacional. Un proceso que ayuda mucho a que los trabajadores se sientan cómodos y tengan confianza, es que su opinión sea tomada en cuenta y se realicen reuniones periódicas en dónde se dé retroalimentación para mejorar y resaltar las buenas prácticas. Se deben tomar acciones para que más organizaciones adopten buenas metodologías en sus procesos como Calidad Total, Six Sigma y Mantenimiento Predictivo. El nivel de madurez en el que se encuentran muchas organizaciones es el cuatro. Pocas organizaciones son las que han alcanzado una optimización total con un nivel cinco.

H₄: Las organizaciones tienen una buena disposición para adoptar nuevas tecnologías y sistemas que ayuden a que sus procesos sean más eficientes y flexibles.

Los resultados del tercer bloque de preguntas dirigidas a dar contraste a esta hipótesis, demuestra que un gran porcentaje de los profesionales encuestados relacionan la Industria 4.0 con la Excelencia Operacional, lo cual es una ventaja porque tienen una relación estrecha. Otro porcentaje menor si conoce que la

Industria 4.0 busca digitalizar y automatizar los procesos, creando una fábrica inteligente a través de tecnologías como: sistemas ciber-físicos, la nube y el internet de los objetos. Las fábricas inteligentes deben ser capaces de auto optimizarse, auto controlar sus procesos y auto mantenimiento y gestión. Sobre la dificultad para adoptar nuevas tecnologías, las organizaciones se encuentran en un nivel de madurez uno porque necesitan contar con presupuesto, apoyo de la alta dirección y resistencia al cambio de las personas. Sin embargo, los profesionales comprenden el beneficio que tiene automatizar los sistemas para mayor eficiencia y flexibilidad de los procesos, teniendo un nivel de madurez cuatro.

8. PROPUESTA DE MODELO ESTRATÉGICO PARA LA EXCELENCIA OPERACIONAL ENFOCADO A LA INDUSTRIA 4.0

8.1. MODELO DE EXCELENCIA OPERACIONAL

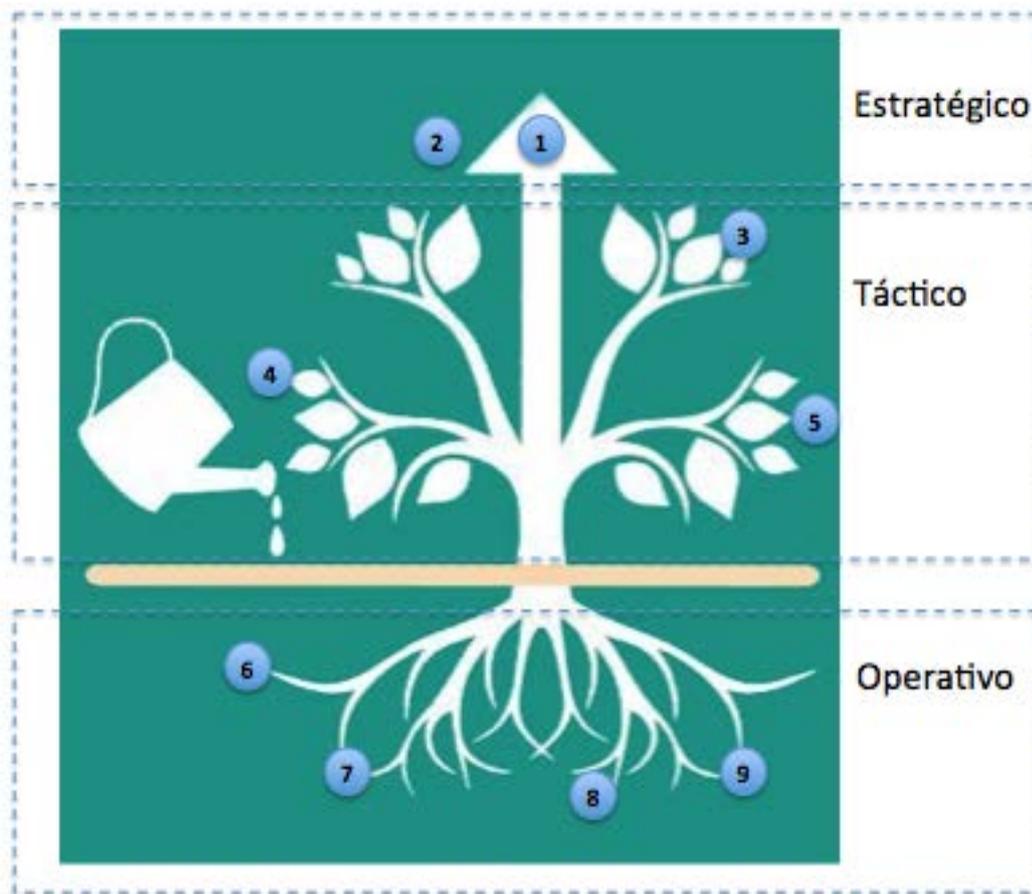


Figura 45 Modelo Estratégico para la Excelencia Operacional enfocado a la industria 4.0, apoyado en la Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

En base a las necesidades detectadas en la opinión de expertos de la industria, se desarrolla un modelo estratégico que permita implementar exitosamente la Excelencia Operacional en sus procesos, apoyado por el concepto de Industria 4.0. Como se ha comentado anteriormente en este trabajo, la Excelencia Operacional requiere una estrategia bien definida para incorporar nuevas tecnologías para lograr procesos excelentes, flexibles y que añadan máximo valor a los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Las acciones de la

organización deben ir alineadas a dicha estrategia para lograr los objetivos planteados y la implementación de la digitalización hacia la Industria 4.0 requiere de una serie de pasos que se deben ir cumpliendo para lograr una integración vertical con procesos de excelencia y una colaboración horizontal con todos los departamentos de la organización. Durante este proceso, por iniciativa de la alta dirección se debe planear con las partes interesadas, incluyendo clientes externos, cuáles son las áreas de enfoque prioritarias, cómo sentar las bases dentro de un marco para la Excelencia Operacional y cuáles serán las acciones a ejecutar. Por esta razón, el Modelo Estratégico integra como primer elemento un Marco para la Excelencia Operacional, en el que se propone inicialmente definir la misión y visión de la organización dentro de la estrategia, incentivar el liderazgo para gestionar el cambio, estimular la cooperación entre equipos, crear redes entre la organización y asentar una cultura organizacional. Este modelo se divide en tres etapas: estratégico, táctico y operativo. Para la parte estratégica, se toma en cuenta el Modelo de Excelencia Operacional PMM (Tibaire Depool, 2016; Alba Crespo, 2016; Ruth Esteban, 2016; Sara Alcaide, 2016) sustentado por 7 pasos claves. Este modelo consiste en primeramente definir una hoja de ruta que marcará el rumbo de la organización entorno a su mercado, expectativas y retos venideros, junto con las expectativas que se tienen de la Excelencia Operacional. En un segundo paso, se definen las metas que se quieren alcanzar a través de la metodología SMART, planteando las siguientes preguntas: ¿qué queremos alcanzar exactamente?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿cuáles son las condiciones?. Esta metodología SMART permite definir metas que sean medibles, alcanzables, relevantes y oportunas en la ruta hacia dónde se mueve la organización. El tercer paso es definir estrategias alineados a los objetivos y acciones para mejorar los procesos, las personas, los activos y el negocio. El cuarto paso plantea un plan de acciones con soluciones innovadoras como son el “Design Thinking”, para implementar las herramientas para mejorar en las áreas de enfoque de la estrategia. El quinto paso es crear un modelo que permita adecuarse a las necesidades de las organizaciones, por medio de la cultura organizacional, para que la implementación de la excelencia operacional sea sistemática. El sexto paso de este modelo sirve para dar seguimiento a la implementación de las herramientas y monitorear los avances entorno a los procesos de la organización

y el séptimo paso se enfoque totalmente en la mejora continua, formando parte determinante de la nueva cultura organizacional.

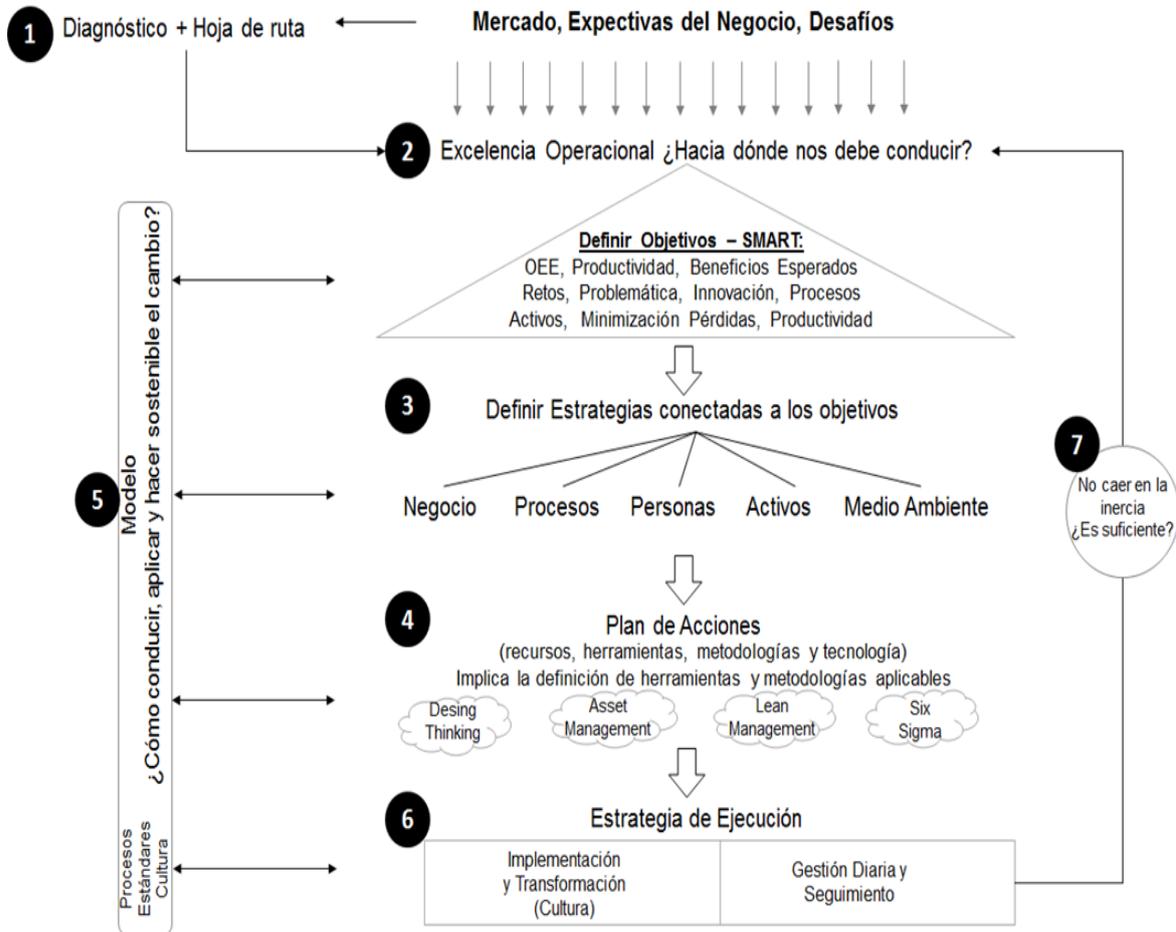


Figura 46 7 pasos para la materialización de la Excelencia Operacional. (Tibaire Depool, 2016; Alba Crespo, 2016; Ruth Esteban, 2016; Sara Alcaide, 2016)

En la parte táctica se realiza un diagnóstico de cuál es el estado actual de la organización para determinar un nivel de madurez entorno a la Excelencia Operacional y la Industria 4.0, se diseña un Programa de Excelencia Operacional y se establece una ruta hacia la Cadena para la Excelencia. En esta fase, para diagnosticar a la organización, se define una ruta que mide el grado de integración que tienen los procesos de la organización, tanto a nivel interno como externo con clientes y proveedores, además de si estos se encuentran estandarizados y preparados para dar el paso hacia la digitalización, como herramienta para un mejor análisis de datos. Después, se propone un programa de Excelencia Operacional que delimite el enfoque y el procedimiento para lograr la excelencia involucrando diversos factores, áreas y recursos de las organizaciones los cuáles serán explicados más adelante. El modelo de madurez, permiten definir el nivel en que se encuentra cada organización para avanzar en

la integración y colaboración entre sistemas y equipos de personas y tener un nivel más desarrollado que el diagnosticado.

Por su parte, la parte operativa engloba un plan para implementar la Excelencia Operacional a través de una serie de pasos estratégicos y operativos para aumentar los beneficios de las organizaciones. El plan para la Excelencia Operacional, incluye que se implemente el Ciclo de Deming a lo largo de la organización y cada proceso para planear, hacer, verificar y actuar. La industria 4.0 se encuentra dentro de la implementación operativa de la estrategia para la Excelencia Operacional, es decir, es un recurso para alcanzar procesos excelentes dentro de la empresa. Ambos pasos, tanto estratégico como operativo, comienzan con establecer una visión y estrategia clara que tenga el apoyo de la alta dirección de la organización. Por una parte los pasos estratégicos se enfocan en el establecimiento de KPI's coherentes, innovación, flexibilidad en productos y satisfacción para los clientes, incluyen la gestión de recursos humanos, de la cual se hace un modelo más adelante. Por otra parte, los pasos operativos se enfocan en llevar a cabo un proyecto piloto a menor escala que después permita implementar la industria 4.0 en los diferentes procesos de la organización, midiendo así las competencias que se necesitan y destacar las herramientas para gestionar el análisis de datos y la transformación hacia nuevas tecnologías digitales. En la última parte, es dónde se establece un diagrama para la gestión de recursos humanos en la cual se estimula la gestión del cambio y se estimula la creatividad para asentar una cultura organizacional que se enfoque en la mejora continua y en formación de equipos de personas que cuenten con las herramientas adecuadas para mejorar la eficiencia en sus tareas y sus acciones se alineen y orienten con los objetivos organizacionales.



Figura 47 Elementos para la Excelencia Operacional enfocada a la industria 4.0, apoyado en la Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

8.1.1. MARCO PARA LA EXCELENCIA OPERACIONAL

Partiendo de la investigación realizada en el estado del arte, se ha detectado que la organización debe tener objetivos definidos en un marco que establezca el enfoque a seguir. Las organizaciones buscan a través de la Excelencia Operacional maximizar su valor, administrar acuerdos internos para establecer alianzas, incrementar su liderazgo, gestionar y crear equipos de alto rendimiento y establecer una cultura organizacional creativa y sustentable, que brinde confiabilidad a largo plazo. Dentro de este marco hay cinco aspectos esenciales: estrategia, liderazgo, equipo, organización, cultura de la excelencia.



Figura 48 Marco para la Excelencia Operacional sustentado por actividades de la Dirección y Gestión de Proyectos.
(Amendola L., Oliveras G., 2016)

Con base a la investigación realizada, por medio de la alineación de la estrategia con los sistemas, con el liderazgo de la alta dirección y la cooperación entre equipos, se solventan los primeros pasos para la Excelencia Operacional. Establecer sistemas de gestión medibles por medio de indicadores clave de rendimiento, hace posible fomentar el liderazgo. La cultura organizacional debe girar en torno a la mejora continua, la sustentabilidad y la visión de largo plazo para los beneficios de la organización. Los resultados en distintas áreas, el incremento de valor a las operaciones, la reducción del riesgo y el grado de actuación de los equipos marcan la excelencia operacional. La capacidad que tenga la organización para asentar la mejora continua es determinante para su sustentabilidad a futuro. La disciplina y el compromiso con el que se trabaje y busque la sustentabilidad, garantizarán que la excelencia operacional quede bien establecida en el sello de la empresa, como un modo habitual de trabajo y evitando que ésta se abandone en el camino. La visión será una idea del futuro que estimulará para emprender ese cambio que los lleve a la excelencia operacional, dando motivación y sentido de pertenencia en todos los niveles de la empresa.

Asumiendo la información en el estado del arte, las iniciativas deben estar

acordadas durante su planeación con los equipos, para que éstas puedan ser aceptadas por todas las partes interesadas de la organización y así todos se enfoquen en un mismo objetivo, sumando fuerzas hacia un mismo camino y no haciendo esfuerzos dispersos que al final no suman lo mismo si todos están integrados hacia una misma ideología. También, las organizaciones deben invertir y capacitar a los recursos humanos y fomentar una cultura organizacional para crear equipos de alto rendimiento en todos los niveles, es decir, incentivar para que cada persona tenga un alto rendimiento. El liderazgo bien encausado permea de optimismo y entusiasmo de todo un equipo de trabajo, permitiendo enfrentar los retos sin desgastar las relaciones que se tienen entre ellos. La comunicación adecuada hará sentir la necesidad de la ejecución apropiada de las acciones y la importancia de la contribución que tiene cada una, reafirmando su peso, realizando reconocimientos públicos por el éxito obtenido y mostrando los beneficios al cumplir con los objetivos y la misión de la organización, así como mostrando las preocupaciones sobre lo hecho y lo que vendrá para tener margen de preparar los planes de acción.

8.1.2. ¿CÓMO DIAGNOSTICAR LA ORGANIZACIÓN?

Esta pregunta se formula para ubicar a las organizaciones en el contexto en el que se encuentran y cuál es su situación actual para implementar las nuevas tecnologías para evolucionar hacia un modelo de negocio digital que involucre a las partes interesadas, tanto internas como externas de la organización, para establecer procesos inteligentes y métodos de negocio que hagan más confiables y eficientes los sistemas para el análisis de datos y la toma de decisiones. Muchos miembros de las organizaciones desconocen el concepto de la industria 4.0, como se observa en los resultados de las encuestas. El objetivo es que las organizaciones puedan manejar toda su información en tiempo real y cada producto o servicio sea tratado como único hasta ser capaz de tener productos con un lote de uno, es decir, un producto particular adecuado a los deseos de cada cliente para satisfacer sus necesidades; lo cual engloba la gran ventaja competitiva de la industria 4.0. De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, este trabajo aporta un modelo que ayuda a las organizaciones a cómo

implementar sus medidas para automatizar sistemas, estandarizarlos e integrarlos para avanzar hacia la digitalización de los mismos.



Figura 49 Diagrama para diagnosticar integración de procesos digitales y excelentes en las organizaciones. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

Este modelo es un factor clave que pretende disminuir la dificultad que tiene implementar las nuevas tecnologías de las organizaciones y la línea que debe seguir su desarrollo. Es necesario optimizar los canales de distribución y los flujos de datos hasta tener implantados sistemas inteligentes integrados a redes que sean capaces de dar acceso a la información en tiempo real y hacer los ajustes necesarios a la cadena de digital en la que se llevarán a cabo las operaciones de la organización, con un enfoque total hacia el cliente, integrando proveedores e inclusive a otros competidores para entregar valor añadido al cliente que lo requiera. La rentabilidad de las operaciones se incrementa a través del control en tiempo real en la Excelencia Operacional. Además, en las organizaciones falta establecer una cultura organizacional basada en la cooperación y comunicación, y que los miembros de esta organización tomen como suya esta cultura diariamente para ejecutar sus tareas.

8.1.3. PROGRAMA DE EXCELENCIA OPERACIONAL

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, se hace clara la falta de un programa y una estrategia que sea efectiva para determinar qué áreas de mejora son las más importantes para las organizaciones para añadir valor a sus procesos, así como también comunicar eficazmente esta estrategia para que sus miembros la conozcan. Por si fuera poco, las organizaciones carecen mayormente de métodos que resalten las buenas prácticas e incluyan las ideas de mejora de los colaboradores y juntos se consulten los indicadores para medir los proyectos. Por esta razón, se aporta el siguiente programa para alcanzar la Excelencia Operacional:

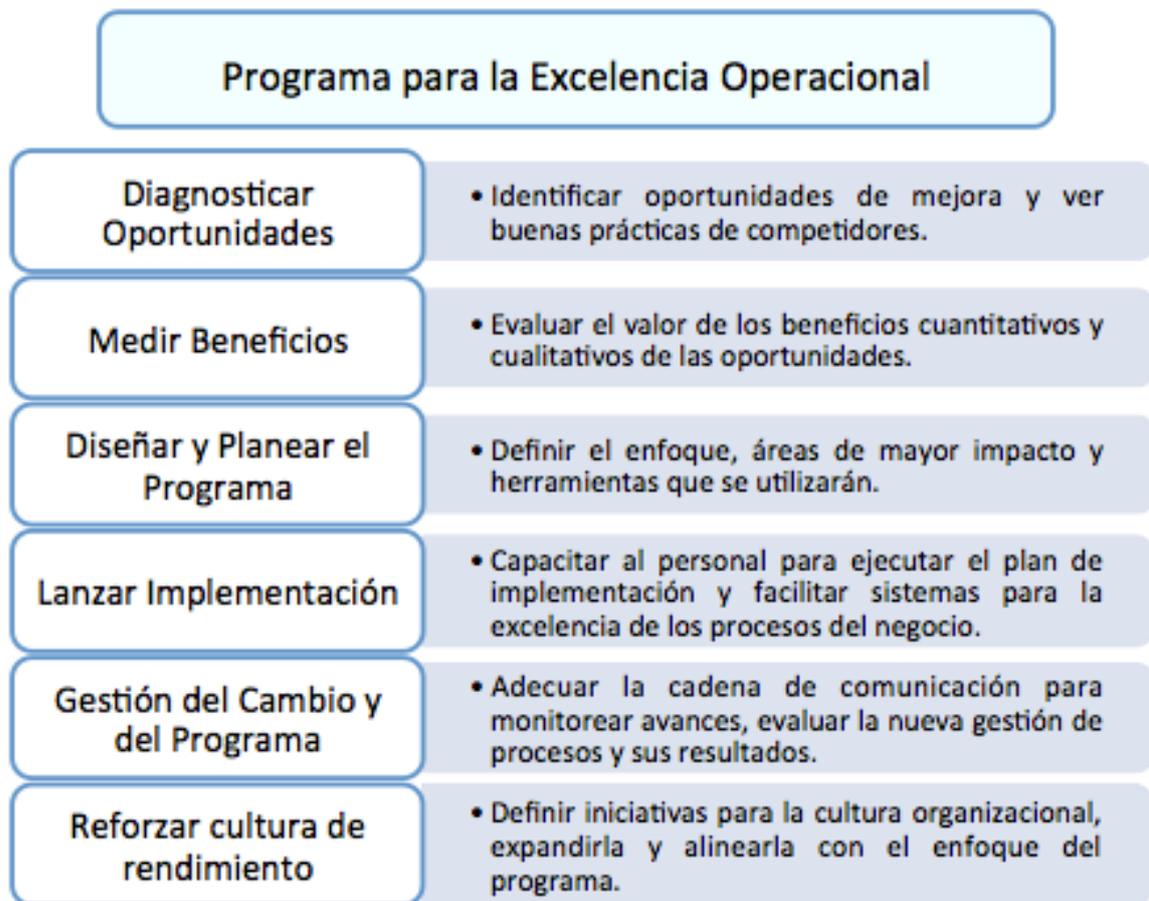


Figura 50 Programa de Excelencia Operacional para los procesos de las organizaciones. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

Las etapas que tenemos para comenzar con el programa de excelencia operacional son:

- Identificación de las oportunidades de mejora, observando el potencial de aumentar el valor obtenido y reducir el riesgo a través del análisis y la priorización. El análisis comparará el desempeño de otros competidores y

el máximo desempeño mostrado actualmente. La priorización se hará por las potenciales mejoras y oportunidades de valor, así como de costos, tiempos y probabilidad de que se pueda establecer de manera efectiva.

- Acordar cuáles son los indicadores clave de rendimiento más adecuados para medir los avances del proyecto y cada qué periodo de tiempo se revisarán avances. Esta revisión periódica ayudará a la toma de decisiones para saber aspectos cualitativos y cuantitativos del proyecto, junto con las partes interesadas y comprobar la ejecución del proyecto conforme a lo planeado.
- Diseñar cómo se van a adecuar los procesos a la nueva estrategia de la organización y establecer un programa o proyecto con las tareas que se llevarán a cabo y asignarlas a los respectivos departamentos que serán los encargados de ejecutarlas. Incluye la evaluación de los riesgos que se pueden presentar en el programa para tener planes sobre como mitigarlos.
- Planeación e implementación de las mejoras que maximicen la creación de valor, sin perder de vista el desarrollo del plan de añadir valor, analizando los recursos y el tiempo que se requerirá, las responsabilidades, los resultados que se esperan, la probabilidad de éxito y de que la planeación sea fiable, es decir, coherente y lógica con la concepción de la estrategia.
- Establecer canales de comunicación óptimos para gestionar la información en tiempo real y que se tenga acceso a ella por las partes interesadas y sea de fácil comprensión. Esta comunicación debe ser lineal y se debe implementar a lo largo de toda la organización.
- Capacitación para habilidades de gestión para crear una cultura organizacional que sea capaz de sustentar la excelencia operacional y la conecte con las personas de la organización.

8.1.4. CADENA PARA LA EXCELENCIA

Para preparar los sistemas de la organización, se propone primero realizar una ruta hacia la excelencia, es decir, una cadena que establezca los requisitos y áreas clave con las que cumplir para alcanzar la Excelencia Operacional. Los autores coinciden en que para lograr la aceptación y compromiso de todos los

miembros de la organización, éstos deben visualizar y ejecutar acciones hacia un mismo objetivo. La organización debe ser preparada para adoptar su nueva visión y ejecutarla. El liderazgo de la alta dirección y equipos de alto rendimiento tienen un rol clave para iniciar con la secuencia hacia la Excelencia Operacional en los procesos de las organizaciones. En el siguiente diagrama, se observa que en la organización se debe establecer un liderazgo que dé como resultado tener equipos de alto rendimiento. Conforme se van cumpliendo estos requisitos, la organización implementa indicadores para medir sus avances, viendo al final un impacto, tanto en el valor añadido, como en la satisfacción del cliente y los resultados financieros de la organización.

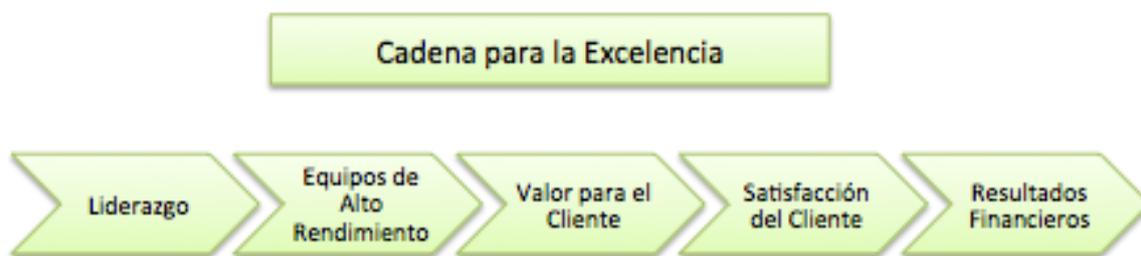


Figura 51 Cadena de Impacto de la Excelencia en procesos. (Amendola L., Oliveras G.)

8.1.5. NIVELES DE MADUREZ

Además de estos requisitos, se desarrolla un modelo de madurez con cinco niveles según el desarrollo que tengan las organizaciones, adecuado para clasificar a las organizaciones que se encuentran en la búsqueda de tener procesos excelentes y digitalizarlos hacia la Industria 4.0. Este modelo de madurez combina el desarrollo para la Excelencia Operacional y la Industria 4.0, es decir, qué tan avanzada se encuentra la organización en la implementación de las nuevas tecnologías para mejorar sus procesos hasta lograr la excelencia en su negocio. Este modelo, sirve también para diagnosticar como se lleva a cabo la gestión e implementación del cambio y sustenta, como se ha visto en el marco teórico, la necesidad de que el cambio se vea reforzado y apoyado por cada uno de los miembros de la organización. La madurez parte de la capacidad que tengan los equipos de personas para coordinarse en la realización de actividades conjuntas, así como la definición y consecución de objetivos. También se requiere

de apoyo de todos los mandos para facilitar los recursos y la capacitación para implementar las nuevas tecnologías. Con ello, debe haber un compromiso sólido y reflejado por parte de todos en mejorar para añadir valor a las operaciones, procesos, productos y servicios; así como un mayor aprovechamiento de los activos de la organización. A continuación se muestra el modelo de madurez propuesto:

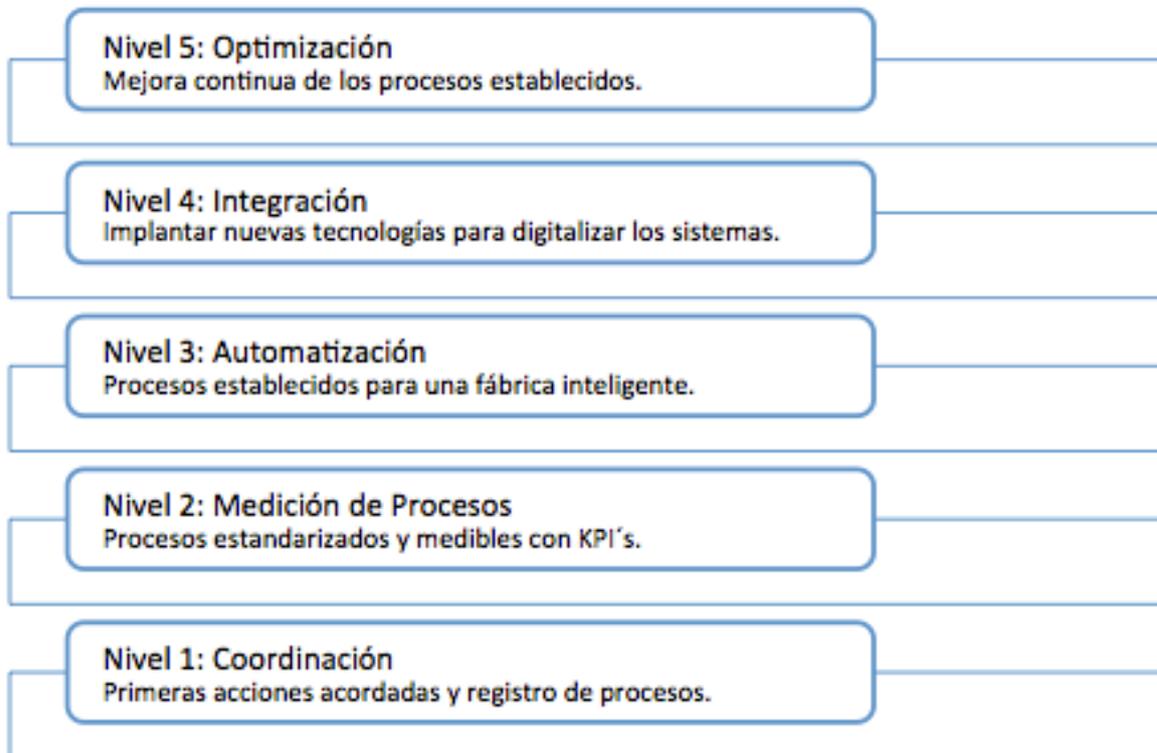


Figura 52 Modelo de Madurez para los niveles de excelencia de las organizaciones, enfocado a la industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

En el nivel uno, se encuentran todas aquellas empresas en las que apenas se están iniciando acciones para registrar los procesos que tienen, por medio de manuales y otras herramientas. Estas organizaciones comienzan a hacer conciencia del valor añadido que podría traer para sus clientes tener procesos que sean estandarizados y, a su vez, dar un salto de calidad que permita su crecimiento para competir en niveles más grandes. Normalmente, en este nivel se encuentran pequeñas empresas. Aún no tienen implementados métodos de mejora, como Poka-Yoke, y tampoco miden la eficiencia que tienen en sus máquinas, incurriendo en muchas ocasiones en gastos excesivos por falta de previsión y planeación de sus actividades.

Dentro del segundo nivel se encuentran todas aquellas organizaciones que dentro de sus procesos han establecido indicadores clave de rendimiento para medir aspectos económicos y estratégicos o tácticos, a través del Retorno en Activos (ROA), Retorno sobre el Capital (ROE) o Retorno sobre la Inversión (ROI). También, estas organizaciones establecen indicadores clave de rendimiento en sus sistemas como la Eficiencia Global del Operador (OEE) o la Eficiencia Global del Operador. Para estas organizaciones, medir sus procesos es totalmente factible ya que se encuentran estandarizados y además cuentan con metodologías de mejora de la calidad implementadas en sus procesos, como pueden ser Calidad Total, Six Sigma o Manufactura Esbelta.

Al tercer nivel de madurez, pertenecen las empresas que han dado un salto más allá a la mejora continua de sus procesos y que se encuentran en la dirección de la Excelencia Operacional, con bases sólidas y avances tangibles en su programa, por lo que su siguiente paso es comenzar a introducir tecnologías y adaptar sus procesos para tener una fábrica inteligente. Esto involucra planear la introducción de tecnologías como sistemas de producción ciber-físicos, nube e internet de los objetos para lograr una logística inteligente, productos inteligentes y redes inteligentes.

Por ello, las organizaciones que se encuentran en el nivel de madurez cuatro, ya han implementado exitosamente los procesos descritos en el nivel tres. Estas organizaciones están posición de personalizar cada uno de sus productos, a través de la flexibilidad proporcionada, inclusive llegando a un lote por producto de uno, es decir, un producto adecuado exclusivamente para las necesidades de los clientes que lo requieren, maximizando así el valor que se aporta a las operaciones de éste. En este nivel, las organizaciones comparten información y analizan datos internos y de socios externos, inclusive de algunos otros competidores, para entregar un producto final al cliente que requiera de esa coordinación. Además, las organizaciones de este nivel tienen implantados y estandarizados sistemas que los ayuden a la toma de decisiones.

Para el nivel de madurez cinco, las organizaciones tienen experiencia en todos los procesos descritos anteriormente y realizan un seguimiento frecuente para realzar las buenas prácticas y mejorar continuamente sus procesos y tecnologías adquiridas. En esta fase, es fundamental realizar una labor que ayude a la gestión del conocimiento.

8.1.6. PLAN PARA LA EXCELENCIA OPERACIONAL

Para establecer la excelencia en las operaciones, una organización necesita tener convicción. Se hace alusión al ciclo de Deming, porque una organización necesita planear, hacer, verificar y actuar para tener dirección en lo que quiera emprender. Estos cuatro pasos deben ser firmemente dados y discutidos entre todas las partes interesadas del proyecto, para tener acuerdos y lograr compromisos sobre cómo avanzar en las tareas. El ciclo de Deming es fundamental para la mejora continua y establece los requisitos adecuados para el producto y especificaciones que sus procesos requieren, dando paso firme en el diseño e implementación.

El primer paso que se debe dar es definir una estrategia entre los miembros de la organización. La estrategia debe recibir apoyo por parte de la alta dirección para llevarse a cabo y debe contener un enfoque global que involucre a todas las áreas de la organización en este proceso de excelencia, así como también a las partes interesadas de los proyectos, como son los socios internos, para que se integren y alineen a estas medidas. Después, la flexibilidad en los procesos se debe ir implementando paulatinamente para asegurarse de que los procesos vayan siendo entendidos por las personas y se vayan realizando mediciones para controlar la calidad y el registro en ellos, así como ir resaltando las buenas prácticas y las lecciones aprendidas. En el tercer paso, figura la gestión que se va teniendo con el cliente; aplicando convenientemente la metodología de administración de relación con el cliente (CRM, por sus siglas en inglés). Esta relación brindará un conocimiento de primera mano sobre las necesidades que ellos tienen, permitiendo planear adecuadamente nuevos productos que se adecúen y sean innovadores, siendo soluciones eficaces a los problemas que ellos están enfrentando, añadiendo así un gran valor a lo ofrecido.

Aunado a todo esto, es necesario revisar las iniciativas de mejora que se tienen en la organización e implantar métodos de mejora de procesos y de calidad que permitan ser mucho más eficientes y ayudar a la empresa a ahorrar y gestionar de mejor manera los activos con los que cuentan. Gestionar la calidad, también hará que se tenga mayor confiabilidad en los procesos implantados, tanto de parte del cliente como interna. Otro paso es la búsqueda para detectar fallos o prevenir incidencias en las máquinas que puedan afectar los procesos e incumplir la cantidad de productos y tiempos comprometidos; esto se puede lograr a través

de técnicas como el mantenimiento predictivo o mantenimiento preventivo, en las cuáles se asegure que las máquinas funcionen adecuadamente y se mantengan en los niveles de eficiencia comprometidos en las ofertas realizadas y en un nivel en el que sigan resultando beneficiosas para las empresas, sobre todo reduciendo riesgo de tener periodos muertos o de no utilización, que sin duda son un gasto innecesario. Estas técnicas también ayudan a la planificación de tareas y producción, ya que a través de registros de los procesos se puede pronosticar cuando llevar a cabo el mantenimiento en diversas máquinas. Por último, después de todo este procesos, se puede analizar cuál es el retorno que estos activos están trayendo a la organización y el retorno sobre el capital en la que se están destinando diversos recursos para lograr su excelencia. Se necesita que el equipo tenga liderazgo y apoyo para lograr e implementar las acciones necesarias. Muchas personas son renuentes al cambio, por ello, se les debe explicar cuáles son los beneficios y los resultados tangibles apoyan determinadamente a mostrar esos resultados; recursos humanos debe gestionar seminarios, reuniones y diversos canales dónde las personas pueden aprender más de la estrategia, para que este cambio no se vuelva un cóctel tóxico. Al tener excelentes procesos estandarizados, la estructura de costos de la organización tendrá un impacto positivo que le dará margen para invertir y buscar nuevos horizontes en el mercado global. En el siguiente diagrama, se proponen en secuencia estos pasos:

8.1.7 PASOS PARA UNA CULTURA DE EXCELENCIA OPERACIONAL ENFOCADOS A LA VISIÓN ESTRATÉGICA DE LA EMPRESA



Figura 53 Diagrama estratégico para la Excelencia Operacional basado en el Calidad, Liderazgo y Gestión de Recursos Humanos en Dirección y Gestión de Proyectos. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

La contribución de la excelencia operacional es mejorar el valor añadido en todos los proyectos que emprende, coordinando e integrando, con una visión a largo plazo, las prácticas de la empresa. Aquí es donde yacen las bases para la mejora, el beneficio común, el trabajo colaborativo, los mecanismos internos para derrumbar muros y ampliar los horizontes con respuestas adecuadas que aseguren esa mejora dentro del ecosistema cambiante. Como se observa en este modelo, en cuanto a la parte estratégica, la dirección y gestión de proyectos tiene un rol fundamental para gestionar los recursos humanos que participan, así como otras partes interesadas. También proporciona seguridad para manejar la gestión del cambio y definir acciones pertinentes a cada organización para garantizar su liderazgo. Los análisis causa-raíz son una herramienta para controlar los fallos en los procesos y aplicar estrategias para evitar que se repitan y tener lecciones

aprendidas. Basado en el conocimiento obtenido, la dirección y gestión de proyectos toma parte en la gestión del cambio en las organizaciones. Sustentado en el estado del arte, para lograr la implementación de la Excelencia Operacional y la Industria 4.0 se necesita cambiar el paradigma y, muchas veces, dar un nuevo enfoque a la cultura organizacional, así como a su estrategia, procesos, relaciones con el cliente y su entorno. Por naturaleza humana, las personas suelen tener poca aceptación de los cambios, lo que hace aún más importante la gestión de éste; otra vez, las personas son el principal activo de una organización.

Además, los resultados de las encuestas, hechas a profesionales de la industria, demuestran la necesidad de un plan estratégico, que sea comprendido y comunicado en todos los niveles de la organización. Estas acciones ayudan a lo siguiente:

- Robustez de la organización en el cual se aprecien valores humanos, actitudes y relaciones positivas entre las personas que conforman los equipos y la organización a su vez. Tener iniciativa y liderazgo deben ser aceptados y valorados porque dan paso a la excelencia operacional.
- Hacer un análisis e investigación de incidentes y fallos (RCA). Con esto, se identificarán las desviaciones que se están teniendo respecto a las expectativas, definir un procedimiento para hacer reportes y documentar los incidentes que ocurren y los fallos que provocan esos incidentes para llegar a la raíz del problema e implementar las acciones requeridas para que no se vuelva a repetir.
- Implementar métodos que sean funcionales para las áreas con necesidades de mejoras a través de programas específicos que también ayuden al seguimiento y contribución a la excelencia operacional en áreas como logística, activos, calidad (Six sigma, Cinco “S”, TQM (Total Quality Management) o TPM (Total Productive Maintenance), logrando una reducción de re trabajos y errores operativos, que como demuestra el análisis de los resultados, sucede frecuentemente.

8.1.8 “PASOS PARA UNA CULTURA DE EXCELENCIA OPERACIONAL ENFOCADOS A LA VISIÓN OPERATIVA DE LA EMPRESA”



Figura 54 Pasos operativos hacia la implementación de la Industria 4.0 en la organización. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

La visión operativa de la empresa se debe enfocar hacia establecer las tecnologías de la industria 4.0 en los procesos de la organización, definiendo así una secuencia para lograrlo. Por ello, se proponen seis pasos principales:

- Definir y planear la estrategia para el proyecto de implementación de la industria 4.0 y comunicarlo a toda la organización, alineando los objetivos con la estrategia a desarrollar.
- Realizar proyectos pilotos para visualizar los impactos positivos y las dificultades que tendrá el introducir nuevas tecnologías a la organización, así como prever otras necesidades que puedan surgir de estos cambios que se están llevando a cabo.
- Ante la introducción de un nuevo sistema, es necesario definir las competencias y habilidad requeridas para dirigir y gestionar las nuevas tecnologías y los nuevos cambios. Se debe invertir en la formación de los recursos humanos y buscar, si es necesario, profesionales capaces con el nuevo perfil definido.
- Establecer sistemas de análisis de datos que permitan tomar decisiones medibles, no dejas escapar oportunidades de mejora y ver dónde se tienen fortalezas y debilidades en los procesos de la organización.
- La introducción de sistemas digitales, viene después de tener sistemas de análisis de datos estandarizados, para que se pueda visualizar la

información en tiempo real sobre lo que está sucediendo en las operaciones de la empresa, en una o múltiples plantas simultáneamente para coordinarse y tener una producción más flexible y mejorar la atención los clientes, así como tener más oportunidades de reducir costos para la organización.

- La comprobación final del enfoque es el paso en el que los sistemas se encuentran estandarizados y las personas se encuentran familiarizados con ellos. Las operaciones se encuentran a su capacidad prevista y funcionando normalmente. Una gran ventaja para llegar a este último paso, es que a través de proyectos piloto se pueden plantear modelos que ayuden a tener una exitosa implementación y conservar el enfoque previsto.

En los resultados de las encuestas hechas a profesionales expertos de la industria, se destaca que en más de la mitad de las organizaciones no se define correctamente una estrategia que sirva para alcanzar las metas progresivas hacia la industria 4.0, y en más del 60% de ellas, tampoco se tiene conciencia de la importancia de tener sistemas estandarizados para impulsar la mejora ni se fomenta la formación de las personas para interpretar y aceptar los cambios, iniciando así la transformación de la organización. También se demuestra la falta de presupuesto y capacitación, como uno de los factores que más impacto tienen y que más falta en la implementación de la estrategia operativa de la empresa, siendo esto un factor determinante para plantear estos pasos. Es del interés de este trabajo realizar una aportación significativa para que las organizaciones puedan implementar exitosamente nuevas tecnologías en sus procesos y alcancen la excelencia, siendo esta una oportunidad única para añadir valor y alcanzar la excelencia para mejorar la satisfacción de los clientes y, con ello, sus resultados como organización.

8.1.9. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La gestión de recursos humanos es esencial, por de ella se hace la planeación y ejecución de un programa fundamental para sentar la cultura organizacional y formar a las personas para que trabajen hacia las nuevas demandas de la

organización y para gestionar el cambio, es decir, que las personas pueden interpretar éste. Por ello, la solución que se propone es que en la industria 4.0 se requiere de un sistema para desarrollar la creatividad y los procesos de cambio, para que estén firmemente arraigados dentro de las personas y, por tanto, sean flexibles a los distintos procesos y se adapten a los nuevos sistemas para tener información en tiempo real que agilicen la toma de decisiones en todos los niveles de la organización.

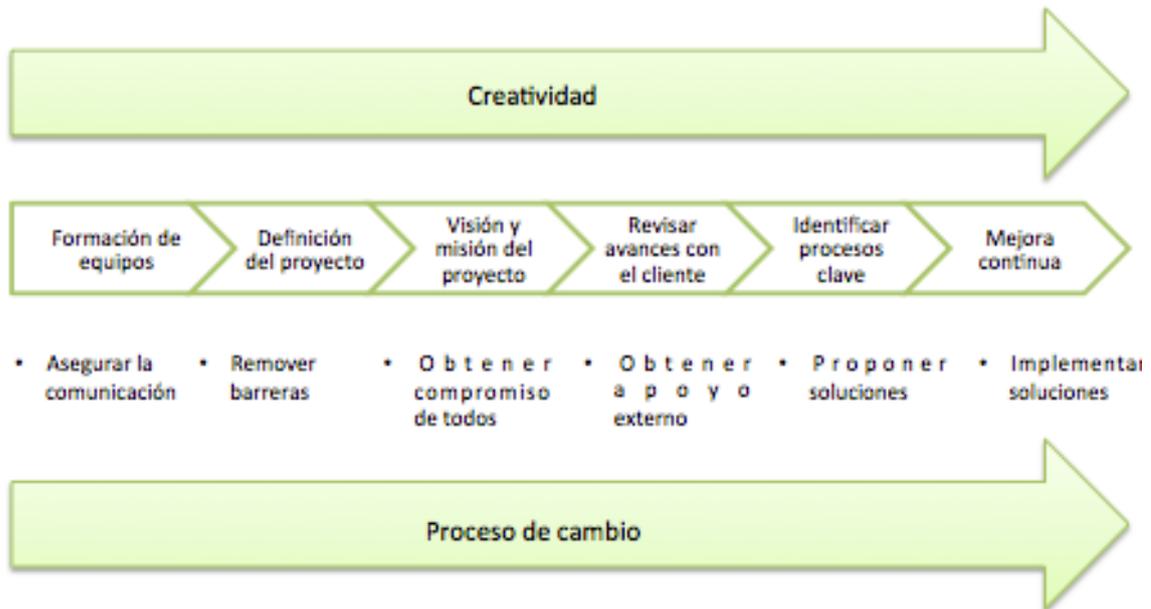


Figura 55 Gestión de Recursos Humanos en los proyectos de implementación de Excelencia Operacional enfocado a Industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

El primer paso es la formación de equipos que tengan claras las metas y que acuerden indicadores claves de rendimiento para medir sus progresos. La comunicación, como se respalda en el análisis de los resultados, es una variable fundamental para lograr formar equipos de alto rendimiento. La comunicación en las reuniones y otros medios de comunicación debe ser empática y efectiva, facilitando así su comprensión a los demás miembros del equipo, aunado a que se necesita menos tiempo para leer y comprender los mensajes. Como segundo paso, es necesario definir el proyecto con las partes interesadas y con el apoyo de la alta dirección para tener medidas como capacitación para remover las barreras del cambio para disminuir el grado de dificultad para la implementación del nuevo programa en la organización, que visto en los resultados es también una oportunidad para gestionarse y aumentar las probabilidades de éxito de este tipo de proyectos. Con esto, se obtendrá el compromiso de todos en la organización y unirse en torno a la realización de los objetivos del proyecto. En

una fase más avanzada, se necesita también de esta comunicación y apertura para dialogar con los socios externos, es decir, los clientes para revisar las iniciativas de los proyectos para que ellos vean como estos nuevos sistemas los beneficiarán a ellos también, estrechando más la relación entre ambos y fortaleciendo la confiabilidad en nuestra organización. Posteriormente, la oportunidad identificar procesos clave da paso a enfocar los recursos a áreas que traerán más beneficios y mayor a la organización; junto con el apoyo suficiente a los empleados para que mejoren en su trabajo, brindando herramientas necesarias para la continua evolución de su desempeño, creando una comunicación y afinidad entre trabajadores de todos los niveles, trabajando juntos hacia la satisfacción de los clientes. Por último, es necesario repetir el ciclo para detectar potenciales mejoras que se le puedan hacer a los sistemas y realizarlas, siendo esto parte central de la cultura organizacional, que le permita reinventarse a sí misma para hacer frente a cualquier cambio o situación que se le presente en el futuro y se pueda mantener en una situación competitiva. Los resultados de la encuesta respaldan esta iniciativa, dado que en la mayoría de las organizaciones la gestión del cambio tiene mucho grado de dificultad y pocas personas se encuentran dispuestas a ello.

9. CONCLUSIÓN

A lo largo de este estudio se revela la necesidad de enfatizar en que las organizaciones definan su estrategia y que ésta se dé a conocer en todos los niveles de la organización y sea comprendida por todos los trabajadores de la misma, a través de canales de comunicación efectivos, como pueden ser reuniones periódicas para que los mandos expliquen los objetivos y las nuevas directrices sobre los que la organización se moverá hacia delante.

Por otro lado, los resultados de esta investigación señalan que existe un desconocimiento por parte de las organizaciones sobre lo que es la industria 4.0, la cual busca digitalizar los procesos de las organizaciones. Sin embargo, muchas personas relacionan el concepto de industria 4.0 junto con la Excelencia Operacional y ello es algo para lo que se debe comunicar y entrenar a las personas, porque ambos conceptos van de la mano para alcanzar la excelencia en los procesos y llevarlos a cabo de manera más óptima con un enfoque flexible y personalizado para las necesidades del cliente. Es importante indicar que la mayoría de los profesionales que está familiarizados con el concepto de la Industria 4.0, son personas menores a 30 años; lo que significa que son los jóvenes quienes se encuentran más abiertos al cambio y a implementar las nuevas tecnologías que surgen para mejorar los procesos, dando lugar a corroborar que esta tendencia seguirá incrementándose como respuesta a los cambios que están aconteciendo dentro de la industria. También las organizaciones no insisten en que sus miembros de todos los niveles conozcan a detalle su estrategia, ni utilizan canales adecuados para comunicar periódicamente su estrategia. De los resultados obtenidos, se interpreta que muchas organizaciones nada más escuchan a sus directivos y sólo toman decisiones basados en su opinión, sin realizar una consulta con los trabajadores para establecer KPI's.

No obstante, después de la investigación realizada y el análisis de los datos recabados a través de las encuestas a profesionales de la industria, se creó y diseñó un modelo estratégico que se adecúe a las necesidades y, sobre todo, a las áreas débiles detectadas en las organizaciones. Este modelo estratégico se

diseña dentro de un Marco para la Excelencia Operacional que incluye definir la misión y visión de la organización, centrarse en una estrategia y definir sus indicadores clave de rendimiento, además de crear equipos que sean capaces de cooperar y comunicarse entre sí y crear redes dentro de una cultura organizacional que busca la mejora continua. Uno de los principales retos que enfrenta la Excelencia Operacional es la gestión de recursos humanos, equipos y el cambio.

Cuando existen la motivación y la voluntad para alcanzar el éxito y eliminar barreras dentro de las personas y equipos de una empresa, significa que es un momento alineado para iniciar una mejora de la comunicación efectiva entre todos, reduciendo las carencias que haya y priorizando el apoyo para la excelencia operacional; promoviendo valores de cooperación y fortaleciendo las relaciones y reafirmando la colaboración entre todos. Se necesitan personas con deseos de liderar a otras, con entusiasmo por desarrollarse y participar en la excelencia operacional. El éxito y el reconocimiento son fuerzas muy poderosas que estimulan a cualquier ser humano y benefician su autoestima, con lo que afrontará los retos con ánimo y confianza, siendo capaz de transmitirla a sus demás compañeros de equipo, multiplicando su impacto al contagiar a otros su motivación para abrazar el cambio y la mejora continua de los procesos, remarcando la necesidad que tienen las organizaciones actualmente de salir de su zona de confort por los tremendos cambios que se avecinan en la manera de gestionar las empresas a través de la tecnología y la digitalización como se propone en la industria 4.0.

Los recursos para el proyecto deben ser los adecuados, tanto a nivel de personal, formación y capacitación para desarrollar a los empleados para obtener resultados claros, esperando el mismo grado de compromiso por parte de los demás miembros del equipo de trabajo. Los altos mandos de la organización deben crear un equipo de dirección que dé seguimiento a la implementación de la excelencia operacional. Este equipo debe ser dotado de liderazgo en el más alto nivel estratégico de la organización para establecer los criterios, objetivos comunes, planes complementarios y coordinar los esfuerzos de la gestión a lo largo de todas los departamentos bajo el mando de la excelencia operacional. El equipo de dirección estará conformado por miembros reconocidos y respetados

en la empresa y los directores en funciones que más motivados estén, teniendo en total aproximadamente de siete a diez miembros. Los directores deben provenir de las diferentes áreas como son: operaciones, producción, ingeniería, desarrollo, finanzas, sistemas de información, recursos humanos, seguridad y prevención. Esto no significa que otras áreas no sean tomadas en cuenta, al contrario, todos deben ser incluidos dentro de las funciones e iniciativas con un alto nivel de participación para lograr la excelencia operacional. Los miembros del equipo de dirección deben mostrar un compromiso total con el éxito del proyecto y tener el poder personal y el deseo de resolver problemas complejos en las funciones; reconocen como misión la estrategia que defienden, como el equipo táctico que son y no operativo. El equipo de dirección siempre se ocupará de asuntos que tengan que ver con la dirección de la estrategia, liderarán el monitoreo del programa y otorgarán las facilidades necesarias para conseguir los resultados y contribuirán al alcance de las metas del proyecto; también identifican y trasladan los objetivos del negocio directamente a los miembros de la organización, priorizando obtener el máximo valor. Dar contribuciones que sean medibles para el proyecto es una responsabilidad continúa de ellos. Adicionalmente, el equipo de dirección debe tener autoridad en las decisiones para adquirir recursos que sean requeridos en el plan de mejora. Además, el equipo de dirección sirve a su vez como un facilitador, un implementador de energía y como un coordinador para que la organización esté alineado y trabaje en una misma dirección, con cooperación y quitando muros que corten el rumbo hacia el éxito. Además, la excelencia operacional consiste en ejecutar perfectamente las cosas en el momento indicado, siendo el eje hacia la mejora continua y acumulando ventajas para que la estrategia se vea reflejada.

De este trabajo se desprende la visualización que persigue la industria 4.0 a través de procesos inteligentes como son:

- Logística Inteligente
- Edificio Inteligente
- Producto Inteligente
- Redes Inteligentes
- Movilidad Inteligente

Estos procesos, que se muestran a continuación en el siguiente diagrama, son los que dan paso a una fábrica inteligente, por lo que se debe entrenar a las personas para explicar los nuevos conceptos en los que se basan las operaciones empresariales. Si las personas no están familiarizadas con los nuevos cambios, ni conocen los conceptos de fábrica inteligente ni excelencia operacional, no se tendrá éxito en el proyecto de implementación de estos factores para que las operaciones de la organización se mantengan a la vanguardia y cumplan con las expectativas de los clientes.

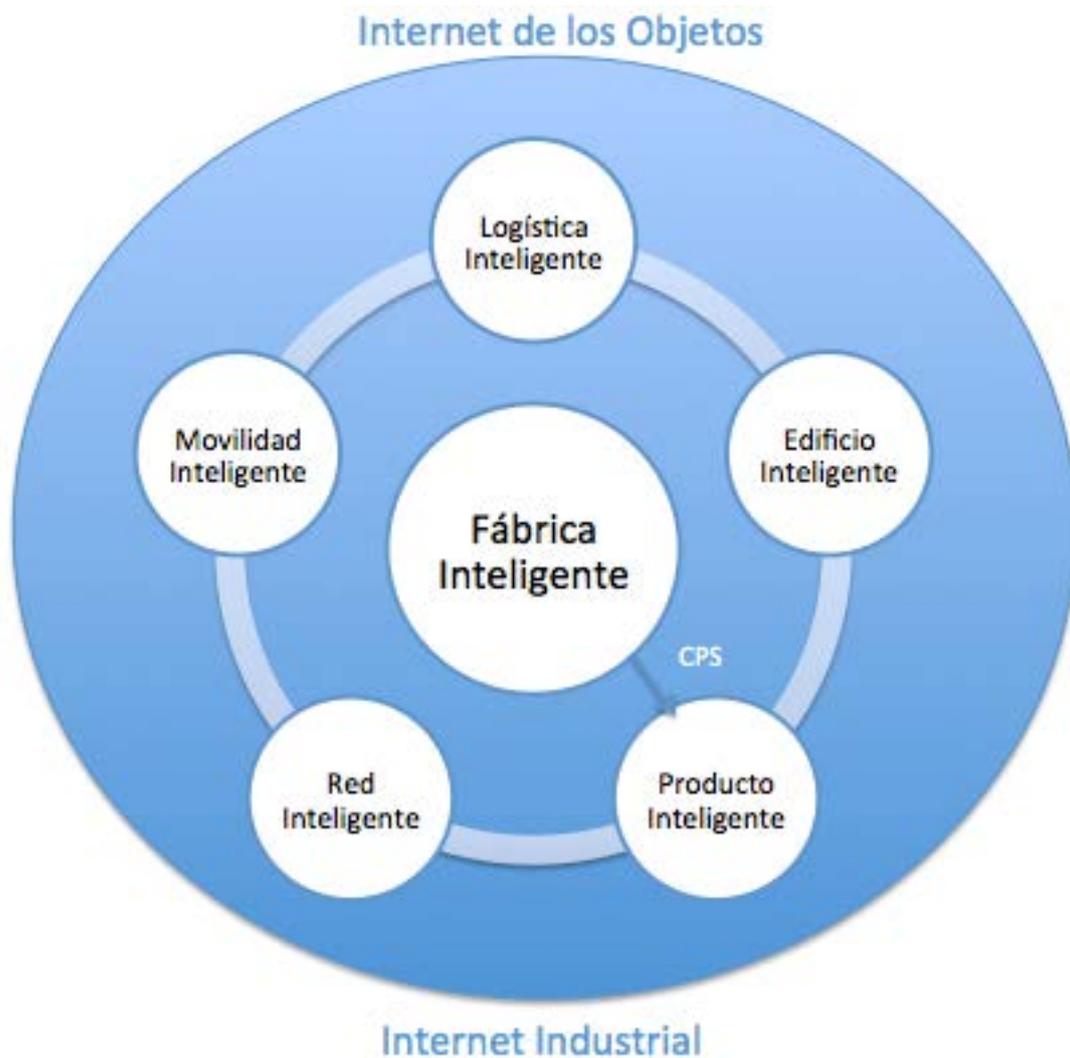


Figura 56 Procesos inteligentes implementados en una fábrica de la industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

La metodología desarrollada a lo largo del modelo estratégico en este trabajo permitirá que las organizaciones pueden implementar estas tecnologías y llevar estos cambios de manera adecuada en función de mejorar su versatilidad en los procesos y lograr fábricas inteligentes con procesos de excelencia

interrelacionados entre sí y digitalizados para sostenerse en este entorno altamente competitivo en el que se encuentran las industrias actualmente, abriendo nuevas oportunidades para las organizaciones.

10. TRABAJOS FUTUROS

Posterior al análisis e investigación llevados a cabo en este trabajo, es de interés seguir sentando las bases organizacionales para promover una cultura que sea capaz de cimentar las bases para un entorno de la industria 4.0, es decir, un entorno rodeado de nuevas metodologías que permitirán tener productos, procesos y fábricas inteligentes, con sistemas de análisis de datos para tomar decisiones basadas en información en tiempo real y sistemas inteligentes descentralizados que permitirán recabar la información, funcionando como nodos y formando parte de redes inteligentes para optimizar y solucionar problemas que se presentan en los procesos y aumentar la eficiencia y productividad de la organización. A continuación se expone el entorno de una fábrica inteligente y se debe en futuros trabajos ahondar más sobre la aplicación e implementación de los sistemas de producción ciberfísicos y la seguridad de los datos y la comunicación en las cadenas de producción y suministro digitales, generalmente a través de la nube y el internet de los objetos; así como también desarrollar materiales inteligentes y evaluar los beneficios posteriores a la implementación.



Figura 57 Entorno de una Fábrica Inteligente de la Industria 4.0. (Amendola L., Oliveras G., 2016)

11. REFERENCIAS

Adebanjo, D.; *"TQM and Business Excellence: is there really a conflict?"*, Measuring Business Excellence, Vol. 5 iss 3 pp. 37-40, 2001 [2016]

Amendola, L., Depool, T., Sánchez, A., Alcaide, S., Crespo, A., Esteban, R.; *"Como crear valor en las organizaciones a través de la excelencia operacional"*, PMM-PMM Business School, PMM UPV, PMM Institute for Learning, 2016 [2016]

Amendola, L.; *"Excelencia Operacional, ¿qué significa?"*, LinkedIn, 2016 [2016]

Amendola, L.; *"Excelencia Operacional: Operations Integrity Management"*, PMM Institute for Learning, 2013 [2016]

Amendola, L.; *"Modelo Excelencia Operacional: Estudio para identificar aspectos claves para implementar la excelencia operacional en las organizaciones industriales"*, LinkedIn, 2016 [2016]

Bagheri, B., Yang, S., Kao H., Lee, J.; *"Cyber-physical systems architecture for self-aware machines in Industry 4.0 environment"*, IFAC-Papersonline 48-3 1622-1627, 2015 [2016]

Bahar, M., Kayvan, M., Kumar, U.; *"Operational excellence through business process orientation: an intra- and inter-organizational analysis"*, The TQM Journal, Vol. 28 Iss 3 pp. -, 2016 [2016]

Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., Vocke, C.; *"Transforming to a hyper-connected society and economy – towards an Industry 4.0"*, Procedia Manufacturing 3 417-424, 2015 [2016]

Brettel, M., Fischer, F., Bendig, D., Weber, A., Wolff, B.; *"Enablers for self-optimizing production systems in the context of Industrie 4.0"*, Procedia CIRP 41 93-98, 2016 [2016]

Brettel, M., Klein, M., Friederichsen, N.; *"The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0"*, Procedia CIRP 41 105-110, 2016 [2016]

- Bruque-Cámara, S., Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marín, J.; *"Supply chain integration through community cloud: Effects on operational performance"*, Journal of Purchasing & Supply Chain Management 22 141-153, 2016 [2016]
- CHEVRON; *"Operational Excellence Management System: An overview of the OEMS"*, Chevron U.S.A. Inc., 2010 [2016]
- Depool, T., Crespo, A., Esteban, R., Alcaide, S.; *"Modelo de Excelencia Operacional: Estudio para identifica aspectos claves que permiten implementar la excelencia operacional en las organizaciones (aplicación industrial)"*, PMM Institute for Learning, PMM Business School, PMM University, 2016 [2016]
- Dombrowski, U., Wagner, T.; *"Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution"*, Procedia CIRP 17 100-105, 2014 [2016]
- Escrig, A., de Menezes, L.; *"What characterizes leading companies within business excellence models? An analysis of "EFQM Recognized for Excellence" recipients in Spain"*, Int. J. Production Economics 169 362-375, 2015 [2016]
- Faller, C., Feldmüller, D.; *"Industry 4.0 learning factory for regional SMEs"*, Procedia CIRP 32 88-91, 2015 [2016]
- Feurer, R., Chaharbaghi, K., Wargin, J.; *"Developing creating teams for operational excellence"*, International Journal of Operations & Production Management, Vol.26 Iss 1 pp. 5-18, 1996 [2016]
- Gaub, H.; *"Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with Industry 4.0 technologies"*, Reinforced Plastics Vol. 00, 2015 [2016]
- Ghicajanu, M., Irimie, S., Marica, L., Munteanu, R.; *"Criteria for Excellence in Business"*, Procedia Economics and Finance 23 445-452, 2015 [2016]
- Gouthier, M., Giese, A., Bartl, C.; *"Service excellence models: a critical discussion and comparison"*, Managing Service Quality: An International Journal, Vol. 22 iss 5 pp. 447-464, 2012 [2016]
- Hesselink, M., Van den Assem, F.; *"Building people and organisational excellence: the Start service excellence program"*, Managing Service Quality: An International

Journal, Vol. 12 iss 3 pp. 139-145, 2002 [2016]

Ivanov, D., Sokolov, B., Ivanova, M.; *“Schedule coordination in cyber-physical supply networks Industry 4.0”*, IFAC-Papersonline 49-12 839-844, 2016 [2016]

Jaeger, A., Matyas, K., Sihm, W.; *“Development of an assessment framework for Operations Excellence (OsE), based on the paradigm change in Operational Excellence (OE)”*, Procedia CIRP 17 487-492, 2015 [2016]

Jaeger, A., Bauer, J., Hummel, V., Sihm, W.; *“LOPEC – Logistics Personal Excellence by continuous self-assessment”*, Procedia CIRP 25 69-74, 2014 [2016]

Jankal, R.; *“The role of innovation in the assessment of the excellence of enterprise subjects”*, Procedia – Social and Behavioral Sciences 109 541-545, 2014 [2016]

Jankalova, M.; *“Business excellence evaluation as the reaction on changes in global business environment”*, Procedia – Social and Behavioral Sciences 62 1056-1060, 2012 [2016]

Jankalova, M.; *“Methodical basis of the Business Excellence status assessment”*, Procedia – Social and Behavioral Sciences 109 546-551, 2014 [2016]

Johnson C.; *“Leveraging knowledge for Operational Excellence”*, Journal of Knowledge Management, Vol. 1 Iss 1 pp. 50-55, 1997 [2016]

Kolberg, D., Zühlke, D.; *“Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies”*, IFAC-Papersonline 48-3 1870-1875, 2015 [2016]

Lasi, H., Kemper H., Fettke P., Feld H., Hoffmann M.; *“Industry 4.0”*, Business & Information Systems Engineering 4, 2014 [2016]

Lee, J., Kao, H., Yang, S.; *“Service innovation and Smart analytics for Industry 4.0 and big data environment”*, Procedia CIRP 16 3-8, 2014 [2016]

Leonard, D., McAdam, R.; *“The role of the business excellence model in operational and strategic decision making”*, Management Decision, Vol. 40 iss 1 pp. 17-25, 2002 [2016]

Macleod, A., Baxter, L.; *“The contribution of Business Excellence models in*

restoring failed improvement initiatives”, European Management Journal, Vol. 19, No. 4, pp. 392-403, 2001 [2016]

Mitchell J.; *“Operational Excellence: Journey to creating sustainable value”*, John Wiley & Sons Inc., First Edition, 2015 [2016]

Mohavedi, B., Miri-Lavassani, K., Kumar, U.; *“Operational excellence through business process orientation: an intra- and inter-organizational analysis”*, The TQM Journal, Vol. 28 iss 3 pp. -, 2016 [2016]

Ojah, S.; *“Operational excellence of Nepalese industries”*, Procedia – Social and Behavioral Sciences 189 458-464, 2015 [2016]

Pan, M., Sikorski, J., Kastner, C., Akroyd, J., Mosbach, S., Lau, R., Kraft, M.; *“Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-Industrial Park”*, Energy Procedia 75 1536-1541, 2015 [2016]

Rashid Ab Hamid, M., Abdullah, M., Mustafa, Z., Abidin Z., Ahmad, H.; *“Conceptual framework of innovation excellence model for higher education institutions”*, Procedia – Social and Behavioral Sciences 174 2846-2848, 2015 [2016]

Ritchie, L., Dale, B.; *“Self-assessment using the business excellence model: A study of practice and process”*, Int. J. Production Economics 66 241-254, 200 [2016]

Rennung, F., Luminosu, C., Draghici, A.; *“Service provision in the framework of Industry 4.0”*, Procedia - Social and Behavioral Sciences 221 372-377, 2016 [2016]

Saxena, K.; *“Towards excellence in e-governance”*, International Journal of Public Sector Management, Vol. 18 iss 6 pp. 498-513, 2005 [2016]

Sharma, M., Kodali, R.; *“Development of a framework for manufacturing excellence”*, Measuring Business Excellence, Vol. 12 iss 4 pp. 50-66, 2008 [2016]

Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., Verl, A.; *“Making existing production systems Industry 4.0-ready”*, Prod. Eng. Res. Devel. 9:143-148, 2015 [2016]

- Schuh, G., Gartzzen, T., Rodenhauser, T., Marks, A.; *“Promoting work-based learning through Industry 4.0”*, Procedia CIRP 32 82-87, 2015 [2016]
- Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.; *“Collaboration moves productivity to the next level”*, Procedia CIRP 17 3-8, 2014 [2016]
- Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Schmitz, T.; *“Global footprint design based on genetic algorithms – An “Industry 4.0” perspective”*, CIRP Annals – Manufacturing Technology 63 433-436, 2014 [2016]
- Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A., Prote, J.; *“Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of Industrie 4.0”*, Procedia CIRP 19 51-56, 2014 [2016]
- Sokolov, B., Ivanov, D.; *“Integrated scheduling of material flows and Information services in Industry 4.0 supply networks”*, IFAC-Papersonline 48-3 1533-1538, 2015 [2016]
- Stanley, E., Fawcett, S., Smith, M., Cooper, B., *“Strategic intent, measurement capability, and operational success: making the connection”*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 27 iss 7 pp. 410-421, 1997 [2016]
- Stock, T., Seliger, G.; *“Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0”*, Procedia CIRP 40 536-541, 2016 [2016]
- Toro, C., Barandiaran, I., Posada, J.; *“A perspective on knowledge based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0”*, Procedia Computer Science 60 362-370, 2015 [2016]
- Vartiak, L.; *“Achieving excellence in projects”*, Procedia Economics and Finance 26 292-299, 2015 [2016]
- Vas, P., Robson, A.; *“Achieving service excellence – measuring the impact of leadership and senior management commitment”*, Managing Service Quality: An International Journal, Vol. 10 iss 5 pp. 307-317, 2000 [2016]
- Von Rosing, M., Hove, M., Von Scheel, H.; *“BPM Center of Excellence”*, The Complete Business Handbook, Elsevier, Vol. 1 pp. 217-239, 2015 [2016]

Vora, Manu K.; *"Business excellence through sustainable change management"*, The TQM Journal, Vol. 25 Iss 6 pp. 625 – 640, 2013 [2016]

Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., Zhang, C.; *"Towards Smart Factory for Industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination"*, Computer Networks 000 1-11, 2016 [2016]

Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., Gorecky, D.; *"Towards Industry 4.0 – Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems"*, IFAC-Papersonline 48-3 579-584, 2015 [2016]

12. ANEXOS

1. ANEXO I: Encuesta

ANEXO I:

Encuesta

Estudio sobre beneficio de la aplicación de la Excelencia Operacional, enfocado a la Industria 4.0.

El objetivo de la presente encuesta es realizar un estudio sobre las buenas prácticas de la implementación de la excelencia operacional en las organizaciones y su efecto en la industria 4.0. Esto tendrá un impacto directo en la sostenibilidad de la organización, enfocado a obtener las metas planteadas dentro de su estrategia de negocio mediante el análisis de la demanda. Mediante este estudio se pretenden abordar la eficacia y eficiencia de las personas, negocios y los activos.

Esta encuesta es totalmente anónima y no le llevará más de 5 minutos rellenarla. Agradecemos su colaboración y nos comprometemos a enviar el resultado del estudio a las personas que hayan participado. Rogamos por favor complete todas las preguntas de acuerdo a su experiencia.

<p>Indique su e-mail:</p> <p>Indique su ciudad y país de residencia:</p> <p>Indique la Región a la que pertenece:</p> <p><input type="checkbox"/> Europa <input type="checkbox"/> América del Norte</p> <p><input type="checkbox"/> Asia <input type="checkbox"/> América del Sur</p> <p><input type="checkbox"/> África <input type="checkbox"/> Centro América</p> <p><input type="checkbox"/> Oceanía</p> <p>Indique su edad (Elija la casilla correspondiente):</p> <p><input type="checkbox"/> <=30 años</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 31 y 40 años</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 41 y 50 años</p> <p><input type="checkbox"/> >51 años</p> <p>Indique su sexo:</p> <p><input type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Mujer</p> <p>Indique su estado civil:</p> <p><input type="checkbox"/> Casado</p> <p><input type="checkbox"/> Soltero</p> <p><input type="checkbox"/> Viudo</p> <p>Indique su nivel de estudios completados:</p> <p><input type="checkbox"/> Educación media</p> <p><input type="checkbox"/> Título universitario</p> <p><input type="checkbox"/> Postgrado</p> <p><input type="checkbox"/> Master</p> <p><input type="checkbox"/> Técnico</p> <p><input type="checkbox"/> Otro. Especifique:</p>	<p>Sector al que pertenece su organización:</p> <p><input type="checkbox"/> Construcción</p> <p><input type="checkbox"/> Manufactura</p> <p><input type="checkbox"/> Automoción</p> <p><input type="checkbox"/> Energía</p> <p><input type="checkbox"/> Otro. Especifique:</p> <p>Indique el nivel de cargo que ocupa en su organización:</p> <p><input type="checkbox"/> Nivel Estratégico</p> <p><input type="checkbox"/> Nivel Táctico (Planeación)</p> <p><input type="checkbox"/> Nivel Operativo (Ejecución)</p> <p>Indique su experiencia en gestión y dirección de proyectos (Elija la casilla correspondiente):</p> <p><input type="checkbox"/> <5 años</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 5 y 10 años</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 10 y 20 años</p> <p><input type="checkbox"/> >20 años</p> <p>Indique si posee algún tipo de certificación(Elija la casilla/s correspondiente/s):</p> <p><input type="checkbox"/> Lean <input type="checkbox"/> Six Sigma</p> <p><input type="checkbox"/> IPMA <input type="checkbox"/> CMRP</p> <p><input type="checkbox"/> PMI <input type="checkbox"/> AMP en Gestión de Activos</p> <p><input type="checkbox"/> Otro. Especifique cual:</p> <p>Mencione la cantidad de proyectos que maneja al año su organización (Elija la casilla correspondiente):</p> <p><input type="checkbox"/> Menor o igual a 3 proyectos al año</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 4 y 10 proyectos al año</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 10 proyectos al año</p>
--	--

1. ¿Qué tanto cree Usted que conoce la estrategia de su organización? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. ¿Considera Usted que los proyectos de su organización están alineados con los objetivos? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. ¿Considera Usted que su organización asegura que la estrategia se comunique en todos los niveles? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. ¿Conoce Usted si su organización mide la productividad? Marque una opción de las siguientes.

- a. Si existe pero la desconozco
- b. Si existe y la conozco
- c. No existe
- d. No lo se

5. ¿Conoce Usted si su departamento u otros departamentos son consultados para elaborar los KPI's? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. ¿Cuál de los siguientes indicadores KPI's maneja su organización? (Puede elegir uno o más)

- a. Retorno sobre el capital (ROE)
- b. Retorno sobre el activo (ROA)
- c. Efectividad global de equipos (OEE)
- d. Eficiencia global del operador
- e. Ninguno

7. ¿En qué medida estas situaciones ocurren en su organización? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

a. Dar soporte para un trabajo más eficiente.	1	2	3	4	5
b. Resaltar las buenas prácticas para mejorar la productividad.	1	2	3	4	5
c. Sólo se da valor al criterio de los directivos.	1	2	3	4	5
d. Hacer reuniones de equipo para aportar ideas de mejora.	1	2	3	4	5

8. ¿En qué porcentaje piensa usted que aumentaría el beneficio de su organización si se aumentará la eficiencia en procesos y la calidad del producto?

- a. <10%
- b. Entre 10% y 25%
- c. Entre 25% y 50%
- d. >50%

9. ¿Cuáles de los siguientes métodos se han implementado en su organización? (Puede seleccionar más de uno)

- a. Total Quality Manangement (TQM)
- b. Poka-Yoke
- c. Lean Six Sigma
- d. Mantenimiento Predictivo
- e. Mantenimiento Preventivo
- f. Ninguno

10. ¿En cuál de las siguientes variables considera Usted que su empresa debe dedicar más esfuerzo para mejorar la eficiencia? Marque con una X, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

b. Reducción de retrabajos	1	2	3	4	5
c. Mejorar la satisfacción del cliente	1	2	3	4	5
d. Aumentar la eficiencia energética	1	2	3	4	5
e. Reducir errores de operación	1	2	3	4	5

11. Indique qué significa para Usted el concepto de Industria 4.0.

- a. Gestión de datos de edificación.
- b. Digitalización y automatización de los sistemas.
- c. Efectividad y eficacia en la organización.
- d. Grandes volúmenes de datos procesados.

12. En su organización, ¿considera Usted indispensable automatizar sistemas para que sean más efectivos en costo? Marque con una X su valoración, siendo 1 la menor y 5 la mayor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

a.

13. Indique el grado de dificultad que Usted considere al implantar nuevas tecnologías en su organización, donde 1 significa simple y 5 complejo.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

14. ¿Cuáles de las siguientes variables cree Usted que pueden afectar la implementación de nuevas tecnologías? Marque con una X, siendo 1 la que menos afecte y 5 la que más.

a. Presupuesto	1	2	3	4	5
b. Capacitación	1	2	3	4	5
c. Resistencia al cambio	1	2	3	4	5
d. Poco apoyo de la alta dirección	1	2	3	4	5

15. ¿Cuál de las siguientes variables considera Usted que son más importantes para lograr equipos (personas) de alto rendimiento? Marque con una X, donde 1 es menos importante y 5 es más importante.

a. Comunicación	1	2	3	4	5
b. Coordinación	1	2	3	4	5
c. Cooperación	1	2	3	4	5