

ASIGNACIÓN DE PERSONAL EN EMPRESA DE SERVICIOS

HAROLD ALBERTO CASTRO FLÓREZ
LINDA GISELLE MONTILLA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2014

ASIGNACIÓN DE PERSONAL EN EMPRESA DE SERVICIOS

HAROLD ALBERTO CASTRO FLÓREZ
LINDA GISELLE MONTILLA HERNÁNDEZ

Proyecto de grado II

Profesor Juan José Cardona
Tutor temático

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015

CONTENIDO	pág.
1. ELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TEMA:	6
1.1. Título del trabajo.....	6
1.2. Problema a tratar: Formulación y análisis del problema.....	6
1.2.1. Contextualización.....	6
1.2.2. Elementos	7
1.2.3. Formulación	7
1.3. Justificación e importancia que el trabajo tiene en el campo profesional.....	8
1.4. Delimitación	8
2. OBJETIVOS:.....	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.2. Objetivo del Proyecto	10
2.3. Objetivos Específicos.....	10
3. ASPECTOS METODOLOGICOS:	11
3.1. Matriz de marco lógico	11
3.2. Etapas del trabajo	11
4. MARCO DE REFERENCIA:.....	12
4.1. Antecedentes o estudios previos.....	12
4.1.1. Descripción del sector.....	12
4.1.2. Información de la empresa	13
4.1.3. Proceso de asignación de personal.....	16
4.1.4. Investigaciones recientes sobre asignación de personal en empresas de servicios.....	19
4.2. Teoría del problema o marco teórico.	19
5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO:.....	21
5.1. Recursos disponibles:.....	21
5.1.1. Humanos: Investigadores, tutor temático y tutor metodológico.....	21
5.1.2. Económicos: No hay recursos externos, todos serán suministrados por los investigadores.....	21
5.1.3. Tecnológicos:	21
5.2. Cronograma	22

5.3. Equipo	22
6. DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADO	22
6.1 Recolección y procesamiento de datos	22
6.1.1 Datos de alimentación	23
6.1.2 Datos fijos	24
6.2 Desarrollo de objetivos	26
6.2.1 Objetivo 1.....	26
6.2.2 Objetivo 2.....	30
6.2.2.1 Mecanismo de selección: Sistema de puntuación ponderado	31
6.2.2.1 Modelo de optimización	33
6.2.2.2 Modelo de asignación binario.....	34
6.2.2.3 Modelo de Asignación Condicional.....	36
6.2.2.4 Modelo de Asignación Open Solver	38
6.2.2.5 Comparación de modelos	39
6.2.2.6 Indicadores.....	40
6.2.3 Objetivo 3.....	41
6.2.3.1 Estructura.....	41
6.2.3.2 Desarrollo de prueba piloto	44
6.2.3.3 Desarrollo de criterios de asignación.....	45
6.2.3.4 Desarrollo de macros	48
6.2.3.4 Evaluación de riesgos de la herramienta:	50
6.2.3.5 Prueba Piloto y resultados	53
7. Conclusiones y Recomendaciones	55

LISTA DE FIGURAS

Figura1 Proceso de Asignación de Personal (Desarrollo de los Autores)	9
Figura2: Matriz de Marco Lógico (Desarrollo de los autores)	11
Figura3: Ventas anuales sector de Apoyo a negocios	13
Figura4: Organigrama empresa YYY	14
Figura5: Ventas Anuales empresa YYY 2002-2013	15
Figura6: Participación en el sector de apoyo a negocios en Colombia empresa YYY	16
Figura7: Proceso de Asignación de Personal empresa YYY (información suministrada por la empresa).....	18
Figura8: Datos básicos y de criterios de selección de personal	24
Figura9: Criterios de decisión de asignación.....	25
Figura10: Diseño actual de base de datos	27
Figura11: Nuevo diseño de base de datos.....	28
Figura12: Tabla de puntajes de asignación.....	33
Figura13 tabla de Comparacion de modelos.....	39
Figura14 Tabla de Indicadores de eficacia.....	40
Figura15 Tabla de Indicadores de Eficiencia	40
Figura16: Cinta encabezado de Inicio.....	42
Figura17: Ventana para datos de demanda.....	42
Figura18: Botón para ejecutar modelo	42
Figura19: Formato de lista de solución	43
Figura20: Formato matriz de datos de personal disponible.....	44
Figura21: Criterios de decisión	45
Figura22 Tabla de escenarios de empleados	48
Figura23 Ventana Inicial	49
Figura24 Indicadores de Asignación Manual	54
Figura25 Indicadores de Asignación con herramienta	54
Figura26 AMEF Sistema Nuevo.....	50
Figura27 AMEF Sistema Nuevo.....	51
Figura28 Jerarquización NPR	52

Proyecto de grado I: Asignación de personal en empresa de servicios

1.ELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TEMA:

1.1. Título del trabajo

Asignación de personal en empresa de servicios

1.2. Problema a tratar: Formulación y análisis del problema.

1.2.1. Contextualización

Una empresa dedicada a maquilar principalmente a las industria farmacéutica, cosmética, artes gráficas y alimenticia, actualmente cuenta con 1210 empleados en Cali, Bogotá, Medellín, Yumbo y norte del Cauca. Para cumplir con su servicio, la empresa ha capacitado y desarrollado en sus empleados distintas habilidades afines a las actividades de sus clientes. El sistema actual de asignación del recurso humano cuenta con una base de datos en la que se encuentra toda la información del personal (Nombre, teléfono, dirección y disponibilidad) y una persona encargada de asignar los empleados teniendo en cuenta características como cercanía con el cliente, disponibilidad y competencias.

1.2.2. Elementos

Los elementos que conforman el proceso de asignación de personal son los siguientes:

Persona que asigna: Quien cruza las lista de empleados disponibles y la demanda de los clientes, hace las llamadas a los empleados, se comunica con los jefes de planta para pedir disponibilidad de empleados y depende de la información suministrada por los digitadores de cada planta.

Los digitadores: Quienes ingresan al sistema la asistencia cada día, para que la información esté disponible a las 10 de la mañana cuando se hace el proceso de asignación.

Los jefes de planta: Personas que programan los empleados en misión en cada una de las plantas de los clientes. Ellos algunas veces se comunican con la persona que asigna para informar los pedidos de los clientes.

Personas disponibles: Se encuentran en una lista de reporte del sistema de información de la empresa, allí se encuentra su nombre, teléfono y dirección.

1.2.3. Formulación

La empresa carece de un modelo que pueda hacer el proceso de asignación de personal fácil, rápido y efectivo, porque depende de la capacidad de memoria de un empleado para la asignación de hasta 147 personas, y no cuenta con mecanismos que ayuden en el proceso, la forma en la que actualmente se hace genera sobrecosto por salarios, incumplimientos con los clientes y reproceso. Debido a que el proceso de asignación es fundamental para el funcionamiento de la empresa, es considerado de alta prioridad.

1.3. Justificación e importancia que el trabajo tiene en el campo profesional.

Este proyecto es de gran importancia en el estudio sobre administración y asignación de recurso humano en empresas de servicios. Porque además de investigar sobre la herramientas actuales para dicho fin, se hará la adaptación de una de estas a una empresa de maquila, que es una de las muchas empresas que se enfrentan al hecho de que las soluciones que ofrece el mercado a su necesidad son muy difíciles de adaptar a sus propias operaciones o en la mayoría de los casos, tienen un costo extremadamente alto. Algunas de las soluciones actuales están orientadas a software como SAP e investigaciones recientes que se mostrarán en el proyecto, proponen herramientas como modelos de Programación Estocástica y Programación Lineal.

Este proyecto parte de la necesidad de crear una herramienta adaptada a la versatilidad de las empresas de suministro de personal, que pueda mejorar el proceso de asignación mediante la eliminación de sobrecostos y la reducción del tiempo de respuesta a los clientes.

1.4. Delimitación

El desarrollo de este proyecto está enfocado a la creación de un modelo de asignación de recurso humano que agilice y disminuya los sobrecostos del proceso actual. Para verificar la efectividad se desarrollará una prueba piloto que ejecute el modelo, se tomarán datos para evaluar indicadores

de efectividad, se analizará y se comparará los resultados obtenidos con respecto al proceso actual de asignación.

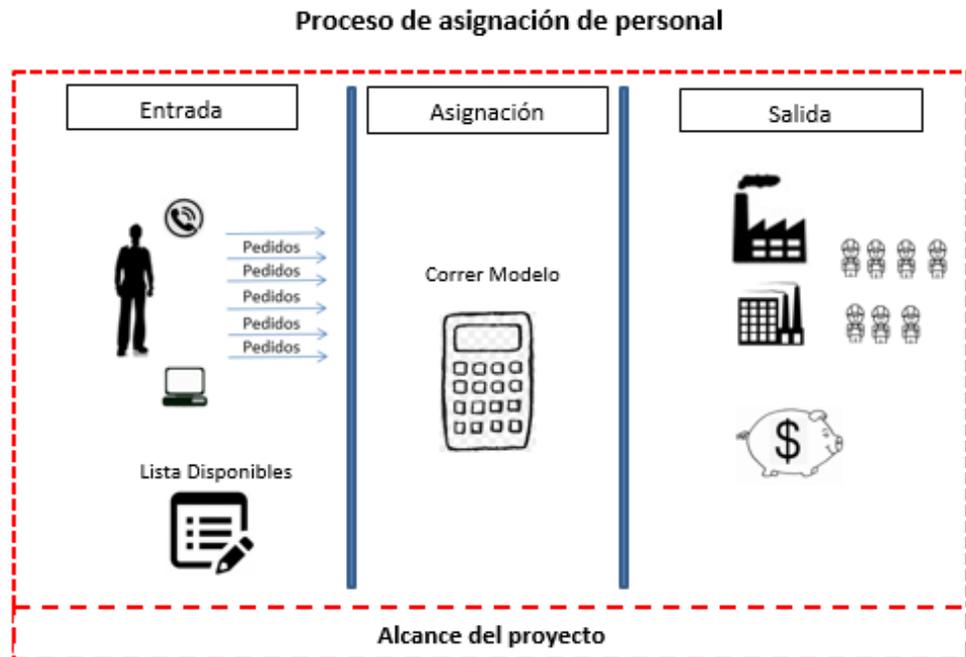


Figura1 Proceso de Asignación de Personal (Desarrollo de los Autores)

El alcance va desde el análisis de las entradas del proceso (diseño de lista de disponibles), hasta la verificación de la salida, es decir la efectividad del recurso asignado. No se abarca el análisis de la entrada de pedidos.

2.OBJETIVOS:

2.1. Objetivo General

Entregar una propuesta de valor documentada, para la mejora en la gestión de demanda en empresas del sector de maquila a nivel regional, dejando un buen legado para futuras investigaciones.

2.2. Objetivo del Proyecto

Crear una herramienta que haga el proceso de asignación de personal más rápido, fácil y efectivo, disminuyendo sobrecostos del proceso y garantizando el cumplimiento de la demanda, teniendo en cuenta factores como la ubicación, competencia y disponibilidad de los empleados.

2.3. Objetivos Específicos.

- Verificar y actualizar el diseño de la base de datos y su interacción con el proceso de asignación de empleados disponibles para que muestre información pertinente que alimente el proceso de asignación de personal en la empresa.
- Diseñar un modelo que mejore la asignación de recurso humano de la empresa, cuya función objetivo está asociada a la efectividad del proceso de asignación.
- Verificar con una prueba piloto el desempeño del modelo y que la información suministrada por el modelo agilice el proceso de asignación del recurso humano.

3.ASPECTOS METODOLOGICOS:

3.1. Matriz de marco lógico

Jerarquía de Objetivos		Indicador	Fuentes de Verificación	Supuestos
OBJETIVO GENERAL: Entregar una propuesta de valor documentada y estandarizada para la implementación de mejoras en la empresa del sector de maquila a nivel regional, dejando un buen legado para futuras investigaciones		Entrega realizada	Documento Entregado en la fecha Indicada	El tiempo disponible es suficiente
OBJETIVO DEL PROYECTO: Crear una herramienta que haga el proceso de asignación de personal mas rapido , facil y efectivo , disminuyendo sobrecostos del proceso y garantizando		Indicadores del documento PDG II	Documento de Proyecto de Grado II	Disponibilidad de alguna información por parte de la empresa
Objetivo Especifico 1: Verificar y actualizar el diseño actual de la base de datos y su interacción con el proceso de asignación de empleados disponibles para que muestre información pertinente que alimente el proceso de asignación de personal en la empresa.	Actividades			
	1. Seleccionar Actividades cuyo mejoramiento sea posible y viable	Lista de Actividades	Documento de Proyecto de Grado II	Algunas actividades no son críticas para el proceso
	2. Revisar el diseño actual de la base de datos			
	3. Definir requerimientos de entrada del modelo	Nuevo diseño de campos de la base de datos	Documento de Proyecto de Grado II	La empresa esta dispuesta a redefinir el diseño de su base de datos
Objetivo Especifico 2: Diseño de modelo que mejore la asignación de recurso humano de la empresa, cuya función objetivo esta asociado a la efectividad del proceso de asignación	4. Propuesta de reestructuración del proceso	Solicitud de cambios en la base de datos al area de soporte tecnico	Correo de Solicitud de cambio	Contacto directo con el area y permiso de hacer la solicitud
	1. Diseño de indicadores de efectividad	Tabla de Indicadores	Documento de Proyecto de Grado II	Es posible cuantificar el desempeño de la herramienta
	2. Propuesta de modelo de programación Lineal (Elección de la plataforma a usar)	Documentación de modelo	Documento de Proyecto de Grado II	Es posible definir el modelo en expresiones lineales
	3. Validación de modelo con la persona pertinente en la empresa	Presentación de Power Point	Acta de Visita	El modelo abarca todos los criterios de asignación
Objetivo Especifico 3: Verificar con prueba piloto que la ejecución del modelo y la información suministrada por la base de datos agiliza el proceso de asignación de recurso	4. Ajuste de modelo si es necesario	Actualización documento del modelo	Documentación de Programación de Proyecto de Grado II	El modelos abarca todos criterios de asignación
	1. Desarrollo de la prueba piloto para evaluar funcionalidad	Programación del modelo	Herramienta de Programación	El modo de programación es el adecuado
	2. Ajustes y mejoras de la propuesta	Lista de mejoras alcanzadas	Documento de Proyecto de Grado II	Es posible mejorar el modelo
	3. Revaluación de indicadores para mejorar la herramienta	Comparación de los Indicadores	Documento de Proyecto de Grado II	Mejora significativa reflejada en los indicadores

Figura2: Matriz de Marco Lógico (Desarrollo de los autores)

3.2. Etapas del trabajo

Primera Fase: Exploración y Análisis del proceso

1. Levantamiento de datos para crear indicadores que permitan definir el estado actual del proceso de asignación de personal.
2. Identificar la actividad o actividades relacionadas con la asignación de personal de la empresa.
3. Seleccionar Actividades que se puedan hacer más eficientemente con una herramienta de análisis.

4. Validar con la persona pertinente en la empresa, la viabilidad y el impacto de que dichas actividades dejen de hacerse de forma manual.
5. Definir el requerimiento de información para el desarrollo de un modelo de asignación de personal.
6. Propuesta de reestructuración del proceso

Segunda fase: diseño de modelo

1. Propuesta de modelo de programación lineal para asignación de personal en una empresa de servicios.
2. Validación de modelo con la persona pertinente en la empresa.
3. Ajustes de modelo si es necesario.

Tercera fase: Validación de funcionalidad

1. Desarrollo prueba piloto evaluando la funcionalidad
3. Ajustes y mejoras de la propuesta
4. Reevaluación de indicadores para medir efectividad del modelo.

4.MARCO DE REFERENCIA:

4.1. Antecedentes o estudios previos

4.1.1. Descripción del sector

La empresa objeto de éste análisis se encuentra ubicada en el sector de servicios de apoyo a negocios en Colombia, según información suministrada por directivos de la misma. Las empresas de servicios de apoyo a Negocios en Colombia tienen la función de apoyar las actividades de empresas por periodos

de tiempo específicos debido a picos de demanda inesperados o a temporadas especiales. Estas empresas deben garantizar que las labores desempeñadas para sus clientes cumplan con los niveles de calidad que ellos le exigen, por lo que deben capacitar a su personal en todas las áreas en las que ofrecen su servicio.

Este sector en Colombia ha crecido considerablemente durante los últimos años. El crecimiento promedio anual entre los años 2009 y 2013 fue de 39,08% (información suministrada por la empresa), y el crecimiento total entre estos años fue de 261% convirtiéndolo en un sector de alto crecimiento para la economía Colombiana.

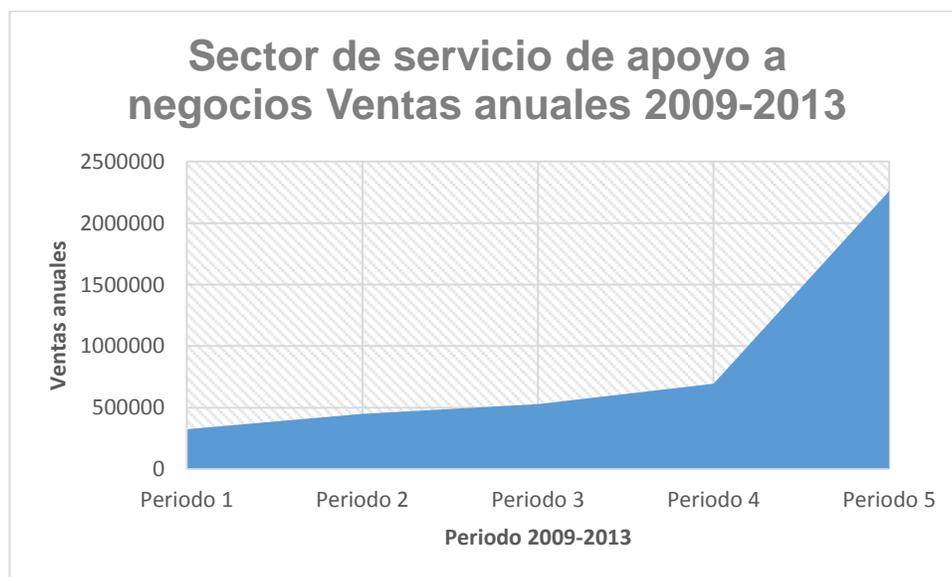


Figura3: Ventas anuales sector de Apoyo a negocios

4.1.2. Información de la empresa

La empresa YYY hace 28 años se dedica al suministro de personal a grandes y medianas empresas en Cali, Medellín, Bogotá, Yumbo y Norte

del Cauca. Actualmente tiene como principales clientes empresas del sector alimenticio, farmacéutico, cosmético y artes gráficas como por ejemplo Yodora, Tecnofar, Tecnosur, El Tiempo Bogotá y sándwich Q'bano. Entre las principales labores que realiza esta empresa se encuentran actividades del proceso de ensamble, empaque, desempaque, montaje de promociones y finalización de procesos industriales. El organigrama y las ventas anuales durante los últimos 12 años se muestran a continuación:

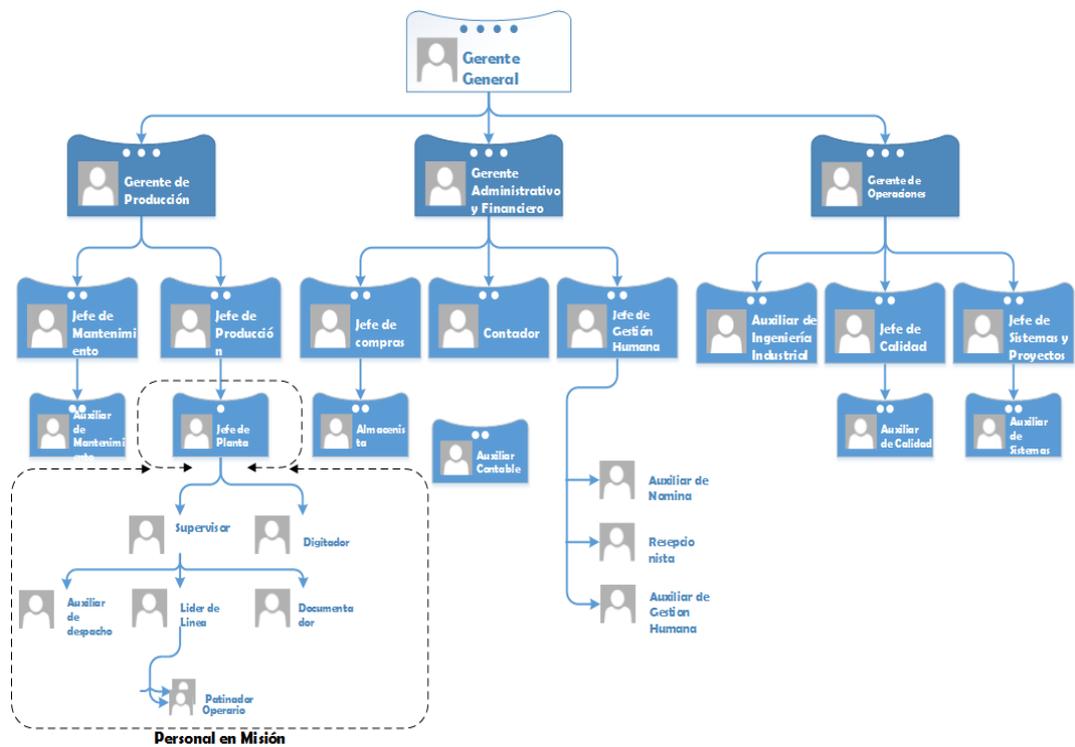


Figura4: Organigrama empresa YYY

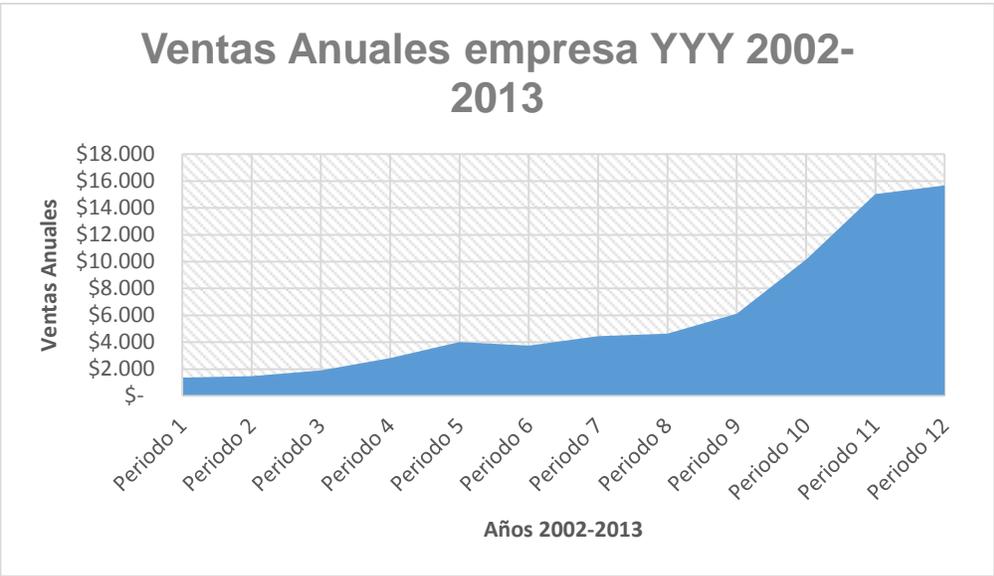


Figura5: Ventas Anuales empresa YYY 2002-2013

Actualmente posee 1210 empleados a nivel regional de los cuales 920 están en Cali; cuenta con dos sedes, una en Cali y la más reciente está en Bogotá. La siguiente gráfica muestra la participación en el mercado que tiene la empresa para el año 2013:

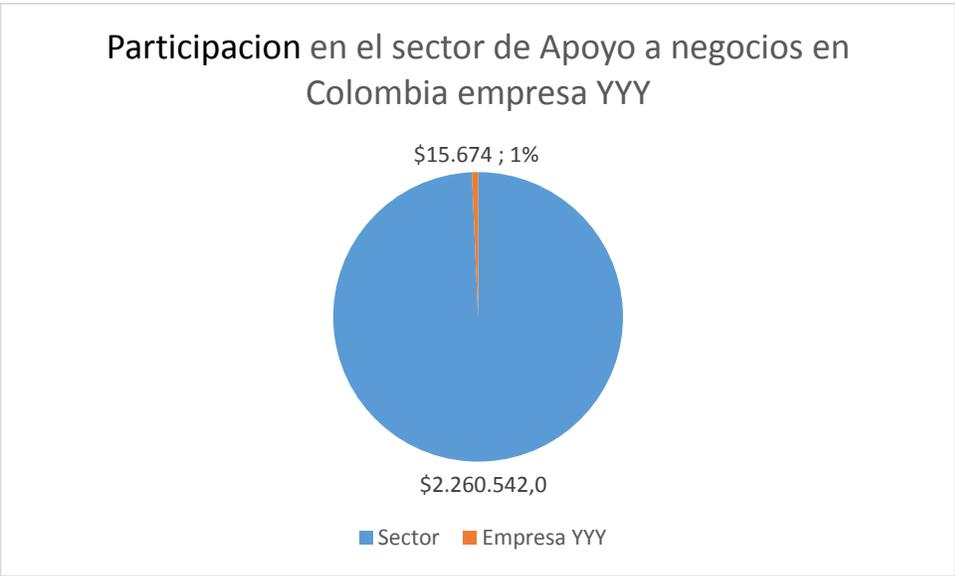


Figura6: Participación en el sector de apoyo a negocios en Colombia empresa YYY

4.1.3. Proceso de asignación de personal

Debido a que la labor de la empresa es la prestación de un servicio, la asignación del recurso humano para cumplir con las demandas de los clientes es un proceso fundamental. El proceso de asignación es clave para la efectividad y la calidad del servicio.

En términos generales el proceso de asignación funciona de la siguiente manera: Entran los pedidos de los clientes y la lista de personal disponible para ser asignado, se hace la asignación y por último se obtiene una lista que muestra que personas deben ir a cada cliente. En el momento de hacer la asignación del personal se tiene en cuenta factores como la cercanía de los empleados al cliente, género, habilidades y restricciones por enfermedades laborales.

En la empresa YYY se le ha delegado el proceso de programación de personal a un empleado que desempeña el cargo de recepcionista, quien lleva más de 10 años realizando este mismo proceso. Una vez el empleado conoce el requerimiento del cliente, verifica si hay empleados disponibles, y para esto se apoya en una lista que hace luego de recibir algunas llamadas de empleados expresando su disponibilidad; otras veces se hace una llamada a cada uno de los jefes de planta de sus clientes para preguntarles sobre sus empleados disponibles. Cuando se tiene una lista completa, se asigna al personal de acuerdo a los criterios antes mencionados (cercanía al cliente, género, habilidades y restricciones por enfermedad), esta asignación la hace la persona encargada basándose en el conocimiento personal que tiene sobre cada empleado, pues no hay una base de datos que le suministre esta información de manera verídica. Una vez hecha esta labor, los jefes de planta deben realizar la inducción y capacitación a los empleados que lo requieran.

Debido al crecimiento que ha experimentado la compañía y en general el sector, la forma en que el proceso se hace actualmente, genera varios problemas que se traducen en aumento de costos para la empresa, la mayoría de ellos por incumplimiento al cliente, tiempo dedicado a capacitaciones y descontrol en la asignación. A continuación se muestra el diagrama de flujo actual del proceso de asignación de personal:

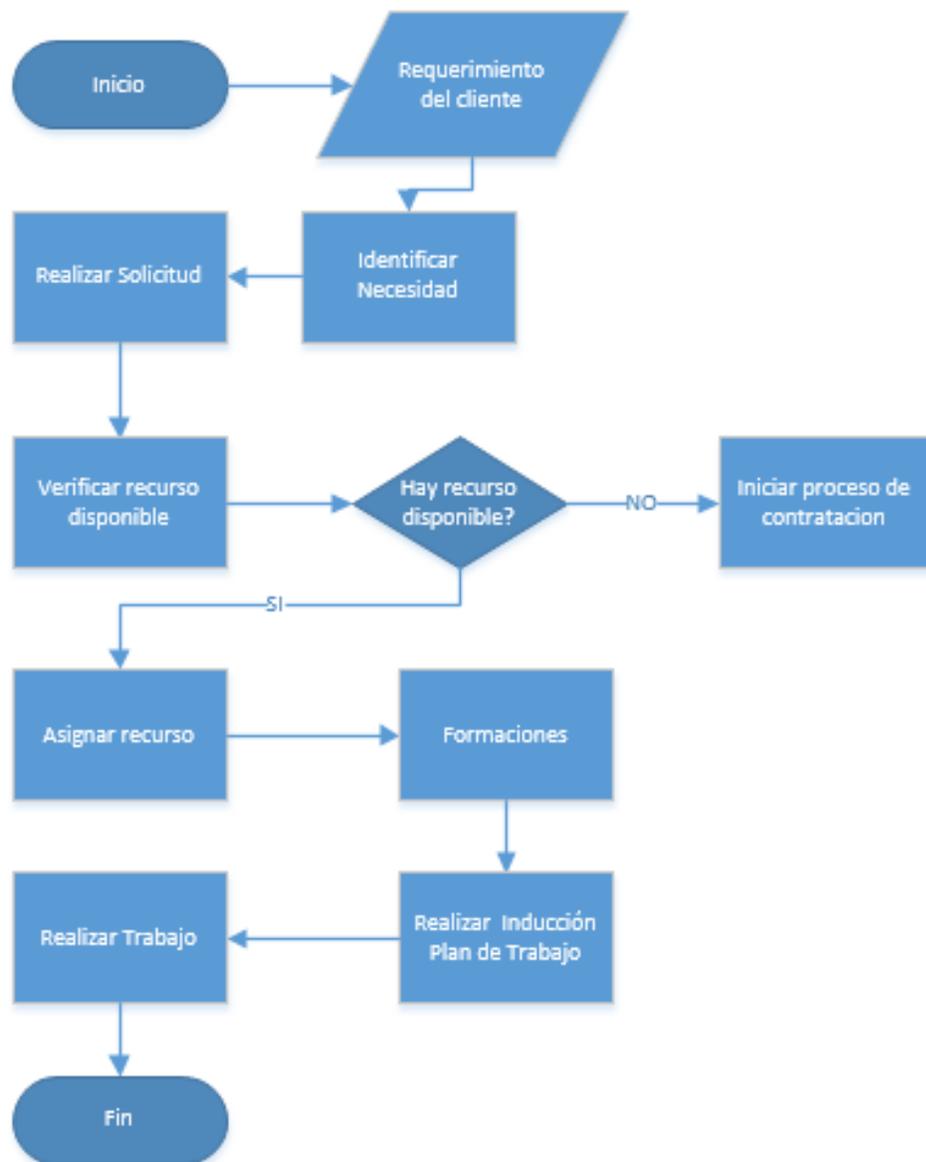


Figura7: Proceso de Asignación de Personal empresa YYY (información suministrada por la empresa)

4.1.4. Investigaciones recientes sobre asignación de personal en empresas de servicios

En Colombia no se han implementado modelos complejos de asignación de personal, sin embargo, en otros países existen estudios recientes sobre programación estocástica aplicada a la industria hospitalaria, y modelos de Programación lineal aplicados a la industria constructora: “Linear Programming Approach to Optimize Strategic Investment in the Construction Workforce. Journal Of Construction Engineering & Management”.

4.2. Teoría del problema o marco teórico.

Outsourcing: Proceso por el cual se delega cierta actividad, en el caso de las empresas se refiere al proceso mediante el cual una compañía sub - contrata a una empresa dedicada a la prestación de diferentes servicios especializados, estos servicios pueden ser de transporte o en el caso de empresas de manufactura a procesos como los proceso de ensamble, empaque, desempaque, montaje de promociones y finalización de algunos procesos industriales. (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2013)

Administración del Capital Humano: Abarca una gran cantidad de actividades que van desde la forma como las empresas capacitan a su personal, y reclutan nuevas personas, hasta el manejo propio de este recurso para la realización de sus actividades como planeación de la fuerza laboral, es decir programación de turnos. (CHASE, JACOBS, & AQUILANO, 2009)

SAP: Empresa Alemana dedicada a la creación de software para la administración de las operaciones de una compañía (CHASE, JACOBS, & AQUILANO, 2009)

Modelo Estocástico: Modelo en el que interviene el azar de modo, de modo que una misma entrada puede producir diversos estados y salidas, de manera impredecible (Murcia, s.f.)

Programación Lineal: Consiste en optimizar (minimizar o maximizar) una función lineal, denominada función objetivo, de tal forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones que expresamos mediante un sistema de inecuaciones lineales. (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2013)

AMEF: También conocido como Análisis de Modo y Efecto de Fallos, es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención y supervisión y respuesta (Lean Solution, 2015)

Entrevista Semiestructurada: Se basa en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (Hernández, 2010)

5.ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO:

5.1. Recursos disponibles:

5.1.1. Humanos: Investigadores, tutor temático y tutor metodológico

5.1.2. Económicos: No hay recursos externos, todos serán suministrados por los investigadores

5.1.3. Tecnológicos:

- Computadores: Se necesitan 2 computadores para la documentación, con acceso a internet para la investigación y comunicación entre los investigadores, con Microsoft Office Visio, Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel y Microsoft Office Power Point, para la realización de los diagramas, documentos y presentaciones correspondientes
- Teléfonos Celular: 2 teléfonos para la comunicación entre los investigadores

5.2. Cronograma

Objetivos	Actividades	Validacion	Semestre 2015-1													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Verificar y actualizar el diseño de la base de datos	Revizar el diseño actual de la base de datos															
	Definir requerimientos de entrada del modelo															
	Hacer lista de nuevos campos	Lista de campos														
	Informar a la empresa	Solicitud de nuevos campos														
Diseñar un modelo que mejore la asignacion del recurso humano	Propuesta de modelo de programacion lineal	Documento escrito														
	Diseño de indicadores de efectividad	Documento escrito														
	Validacion de modelo con tutor	Reunion tutor														
	Ajustes al modelo															
	Informe a la empresa	Presentacion Power Point														
Verificar con prueba piloto el desempeño	Desarrollo de modelo en Excel	Reunion Tutor														
	Busqueda de un Motor de Resolucion mas confiable															
	Validacion con tutor	Reunion tutor														
	Modificaciones y mejoras	Documento escrito														

5.3. Equipo

Harold Alberto Castro, estudiante de octavo semestre de Ingeniería Industrial, universidad Icesi.

Linda Giselle Montilla, estudiante de octavo semestre de Ingeniería Industrial, universidad Icesi.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADO

6.1 Recolección y procesamiento de datos

Para la recolección de los datos se hicieron entrevistas semiestructuradas a diferentes personas involucradas en el proceso, entre ellos el Gerente de producción y la asistente de asignación y contratación. Estas entrevistas se realizaron en tres etapas diferentes, durante la primera etapa de la entrevista semiestructurada se buscaba entender el proceso de asignación, caracterizarlo para poder entender a fondo las condiciones en las cuales se desarrollaba

actualmente el proceso de asignación, una vez comprendido las condiciones del proceso de asignación se realizó la entrevista de la segunda fase la cual tenía como objetivo identificar y caracterizar los criterios, para poder desarrollar un sistema de asignación de personal válido, finalmente durante la etapa de desarrollo del sistema de asignación se realizó el último grupo de entrevista el cual pretendía cuantificar el impacto de cada criterio en el proceso de asignación(Ver anexo).

Los datos se categorizaron en dos grandes grupos según el uso o la función que cumplen en el proceso de asignación: los de alimentación del modelo y los requisitos fijos necesarios para el funcionamiento de la herramienta. A continuación describiremos cada categoría, los datos que corresponden a cada una y su fuente y metodología de recolección:

6.1.1 Datos de alimentación

Estos datos son los que deben ser obtenidos de la base de datos de la empresa cada vez que se ejecuta la herramienta para hacer el proceso de asignación, estos, deben estar incluidos en el reporte de empleados disponibles y la información de demanda diaria suministrada por los clientes. A continuación se describe su fuente de recolección:

- Cantidad de personal demandado: Esta información se encuentra dispersa en los correos hechos por los clientes solicitando determinada cantidad de personal y fue suministrada por la empresa. Es necesario recopilar datos de demanda para evaluar la efectividad de la herramienta bajo escenarios reales. Estos datos serán utilizados para hacer pruebas de asignación con datos reales en el desarrollo del objetivo específico 3.

- Información sobre las habilidades y limitaciones de cada operario: Actualmente la base de datos no tiene la información suficiente para tomar decisiones en el momento de asignar una persona a una planta en particular, y estos datos están dispersos en varias áreas de la empresa. Por ejemplo, los datos sobre la formación que ha tenido cada uno de los empleados están en el área de calidad, los datos de tiempo trabajado por cada empleado en un área determinada y en el último mes, se encuentra en la base de datos pero no hay ningún reporte que la muestre. Debido a esto, es necesario que toda esta información sea recolectada y organizada en la base de datos para que la asignación se haga teniendo en cuenta todos los criterios necesarios. Esta información va a ser suministrada por cada uno de los departamentos implicados y será digitalizada para que los siguientes reportes de personas disponibles tengan la información y el formato que se muestra a continuación en la Figura8:

Datos generales empleado			
Nº	CEDULA	NOMBRE	TELEFONO

Datos de selección						
Experiencia en Sectores	Pago Prestaciones	Genero	Zona	Habilidad 1	Habilidad 2	limitacion

Figura8: Datos básicos y de criterios de selección de personal

6.1.2 Datos fijos

Estos son datos que van dentro de la programación de la herramienta y no se modifican en el uso cotidiano de la herramienta, si no que sirven para efectos de forma del modelo. Estos datos son los siguientes:

- Criterios para la selección de personal: La empresa tiene ciertos criterios para realizar el proceso de asignación. Para identificar estos criterios se realiza una entrevista con el gerente de producción y la persona encargada directamente de realizar el proceso de asignación. Además de identificar los criterios, también se evalúa la relevancia que cada criterio tiene al momento de tomar la decisión de asignar. Los datos recolectados en la labor fueron los siguientes:

Criterios de Decisión		
Criterio	Minimo	Maximo
Habilidades	0	1
Limitaciones	0	1
Cercania	1	7
Experiencia en la Empresa	1	7
Genero	0	1
	1	5
Pago de prestaciones	1	8

Figura9: Criterios de decisión de asignación

En la tabla de criterios de decisión se muestra el puntaje mínimo o máximo que puede tener un criterio en la calificación para asignar una persona. Entre más alto sea el puntaje máximo, el criterio tendrá más importancia en la asignación. Se tienen dos criterios cuya evaluación es diferente: Las habilidades, que son un criterio excluyente, es decir, se utiliza un binario para habilitar o deshabilitar una persona a ser asignada a una empresa y por otro lado, el criterio de género que puede ser excluyente cuando una empresa requiere exclusivamente hombres o mujeres, y puede no serlo cuando la empresa solo tiene preferencia por un género en particular, los detalles de este criterio serán explicados detalladamente más adelante.

- Campos de información de la empresa: La empresa cuenta con una base de datos en la que se encuentra registrada la información de los

empleados, de la cual fue necesario identificar cuáles de ellos eran útiles para el proceso de asignación. Para acceder a estos campos se hizo una entrevista semiestructurada a los encargados del área de las TIC, y además la empresa suministró un reporte real del sistema con la lista de personas disponibles. Estos campos también serán explicados en el primer objetivo de este documento.

6.2 Desarrollo de objetivos

El objetivo del proyecto es crear una herramienta que haga el proceso de asignación de personal más rápido, fácil y efectivo, además de garantizar el cumplimiento de la demanda. A continuación se retoman los objetivos específicos del proyecto y el desarrollo de los mismos:

6.2.1 Objetivo 1

El primer objetivo propuesto es “Verificar y actualizar el diseño de la base de datos y su interacción con el proceso de asignación de empleados disponibles para que muestre información pertinente que alimente el proceso de asignación de personal en la empresa”, lo que significa que en esta primera etapa se hace un análisis del manejo y forma en que la base de datos suministra la información de los empleados disponibles.

Con el objetivo de que el proceso de asignación sea acorde a los criterios, (como por ejemplo experiencia y cercanía entre la empresa y el trabajador), la información suministrada por la base de datos de la empresa debe adaptarse a los requerimientos de la herramienta de asignación. Por lo tanto, se hace necesario rediseñar el reporte de empleados disponibles. A continuación mostramos el diseño actual de la base de datos:

Diseño Actual



Figura10: Diseño actual de base de datos

Como se muestra en la Figura10, la información del reporte actual no es suficiente para tomar una buena decisión de asignación de personal, pues no incluye datos para evaluar ninguno de los seis (6) criterios de selección antes definidos. Debido a las faltas que presenta el reporte actual, a continuación se hace una propuesta de nuevos campos de información y su función en el proceso:

Diseño Propuesto

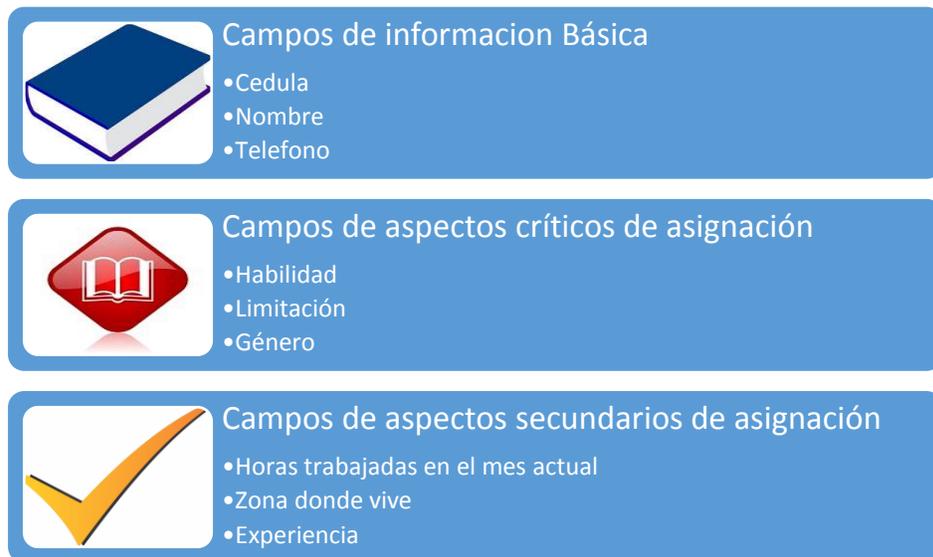


Figura11: Nuevo diseño de base de datos

El diseño propuesto está compuesto por nueve (9) campos de información donde se pueden evaluar todos los criterios de asignación definidos. Además se verificó que la base de datos de la empresa puede hacer el cálculo de los campos propuestos. Los campos de información fueron divididos en las categorías que se muestran en la Figura anterior.

La primera categoría es la de información básica, y contiene los datos de identificación del empleado que serán utilizados para contactarlo cuando se le informe de su nueva ubicación de trabajo.

La segunda categoría contiene los campos de aspectos críticos de asignación, es decir los que son excluyentes, y son los siguientes:

- El campo de habilidades donde dice qué Capacidad o habilidad ha adquirido la persona como consecuencia de experiencias anteriores en otras empresas, es un

dato particular para cada trabajador que debe ser actualizado después de cada periodo de entrenamiento y después del proceso de selección y contratación.

-Campo para limitaciones donde se especifica las limitaciones físicas o de otro tipo que tenga la persona y le impida ser asignado en un trabajo en particular. Estas limitaciones pueden ser enfermedades laborales como por ejemplo problemas en la columna o túnel carpiano, o también estados temporales como incapacidades y embarazo.

- El campo de género es necesario cuando las plantas de los clientes tiene preferencias en cuanto a que se envíen hombres o mujeres en particular. Un ejemplo de una situación donde hay este tipo de preferencias, es cuando la empresa Indugráficas requiere personal para trabajos manuales, labor en la que han visto que las mujeres tienen un mejor desempeño.

En esta característica en particular, se tienen 5 posibilidades de preferencia de género en la demanda. Este requerimiento se debe ingresar junto con el valor de la demanda diaria de cada cliente, para que la asignación se haga teniendo en cuenta la condición dada. A continuación se muestra las condiciones de requerimiento por género posibles:

1. Se requieren solo hombres
2. Se requieren solo mujeres
3. Se requieren ambos (sin importar cuantos de cada uno)
4. Se requieren ambos, pero preferiblemente hombres
5. Se requieren ambos, pero preferiblemente mujeres

La tercera categoría contiene los criterios que tienen un peso determinado en la asignación y son los siguientes:

- El Campo de experiencia muestra la cantidad de meses que un trabajador ha estado asignado a un sector durante el año pasado, los sectores en este caso son los siguientes: Artes gráficas, Farmacéutica, Distribución y Pañales. Este campo

sirve para validar que un trabajador pueda ser asignado a una empresa en la que ha sido asignado anteriormente.

- El campo de las horas de trabajo acumulados en el mes se usa para priorizar la asignación de personas que posiblemente no alcancen a trabajar las horas mínimas mensuales para el salario mínimo, esto se hace con el objetivo de disminuir sobrecostos de prestaciones sociales cotizadas con base en el salario mínimo y que trabajaron un número inferior de horas.

- El campo de zona donde vive el trabajador se utiliza como criterio más de asignación, pero se le da una ponderación de importancia menor que a los otros criterios. Este criterio es importante porque cuando se envía un trabajador a trabajar con un cliente cuya empresa está ubicada muy lejos o el transporte tiene condiciones de dificultad muy altas, es la empresa contratista quien asume los costos de transporte.

La empresa fue informada de la necesidad de crear nuevos campos de información que estén acordes a los criterios de asignación y puedan aportarle la información necesaria al proceso. La respuesta de la empresa fue positiva y sus recomendaciones sobre el diseño propuesto anteriormente serán tenidas en cuenta por el área de sistemas para la reestructuración de los reportes de la base de datos.

6.2.2 Objetivo 2

El segundo objetivo propuesto fue: “Diseñar un modelo que mejore la asignación de recurso humano de la empresa, cuya función objetivo está asociada a la efectividad del proceso de asignación”. En esta etapa del trabajo se estudiarán los elementos involucrados en el proceso de asignación y se determinará un sistema

ponderado de calificación para los criterios de asignación. Por otro lado, se diseñaran tres modelos de optimización, y finalmente se hará un análisis y contraste de estos para la selección del mejor modelo.

Por otro lado, para evaluar la efectividad en el proceso de asignación, se determinaran indicadores para medir la eficiencia y la eficacia del modelo.

6.2.2.1 Mecanismo de selección: Sistema de puntuación ponderado

Debido a que la factibilidad de asignación de los empleados a cada empresa está compuesta por varios criterios, fue necesario clasificar cada criterio según la importancia o peso que tiene en la elección de una persona. Se determinaron dos tipos de criterios: los criterios excluyentes, que son los que limitan a una persona a ser asignada a una empresa en particular y los criterios de ponderación alta y baja, que califican que tan viable es enviar a una persona a trabajar en una empresa cliente.

-Criterios excluyentes:

Se tienen tres criterios excluyentes: Las habilidades, el género y las limitaciones. Las habilidades, se refiere a capacitaciones de formación que una persona tiene y que lo deja habilitado para ser asignado a una empresa. Por ejemplo una persona que no ha sido formada en procesos de artes gráficas, no podrá ser asignada en una empresa de esta área.

El género, puede ser un criterio excluyente si la empresa que requiere personal así lo manifiesta. Por ejemplo, cuando se requiere personal para trabajo pesado solo se admiten hombres y algunas empresas que requieren personal para trabajos manuales solo admiten mujeres. El género también puede ser un criterio no excluyente cuando la empresa tiene preferencia por algún género pero tolera que se le envíe personas del género opuesto. Por ejemplo, cuando se trata de

personal requerido para empaque, las empresas prefieren mujeres por ser éstas más hábiles en trabajos manuales, sin embargo admiten hombres cuando la disponibilidad de mujeres no da abasto a la demanda.

Por último, las limitaciones o enfermedades laborales de una persona es un criterio excluyente porque la inhabilita completamente para trabajar en una empresa en particular. Por ejemplo una persona con dificultades en su columna no puede ser asignada en una empresa que requiere esfuerzo físico en sus labores.

-Criterios de ponderación alta y baja:

Se tienen tres criterios que califican la factibilidad de que un empleado sea asignado a una empresa: Cercanía, experiencia y pago prestacional. El criterio de cercanía, evalúa la distancia de la persona a la empresa a la que va a ser asignado, y le da un mejor puntaje de asignación en las empresas más cercanas. Este criterio es importante porque en algunas ocasiones la empresa YYY asume sobrecostos de transporte por empleados que viven muy alejados de su lugar de trabajo.

El criterio de experiencia evalúa al empleado según la experiencia que éste tenga en cada sector de trabajo. Para la empresa YYY es importante que los empleados se especialicen en un sector para que aumenten su productividad, por lo que se le da una calificación mayor en el sector en el que tenga más experiencia. En este caso tenemos 11 empresas clientes ubicadas en 4 sectores diferentes:

- Farmacéutico
- Pañales
- Centros de distribución
- Artes graficas

El criterio de pago prestacional le da prioridad de asignación a los empleados que durante el mes han trabajado un número de horas inferior al promedio de horas trabajadas por todos; este criterio disminuye el número de empleados que en el mes no completan el número de horas mínimo mensual para un salario mínimo y

cuyas prestaciones sociales deben ser pagadas con base al mínimo, lo cual genera un gasto adicional para la empresa.

Para obtener los puntajes de asignación de una persona a una empresa cliente, se suman los puntajes de cercanía, experiencia y pago prestacional y luego se multiplica este resultado por el valor binario asociado a cada criterio excluyente. De esta forma, lo que se obtiene es un puntaje ponderado de asignación de cada persona a cada empresa cliente, en la siguiente imagen se muestra una parte de la tabla de puntajes de asignación:

NOMBRE	Belleza expres Jamundi	Belleza expres Jumbo	PPO villarica	Mmpacagin	Dripers	Ingemanualidades	JGB
ABRIL MENDIVELSO DAYRON ALFREDO	0	0	0	0	0	0	0
ACEVEDO MORENO CRISTIAN ARBEY	9	8	14	6	16	9	0
ACOSTA ESPINOSA PILAR	14	15	9	8	7	7	0
ACOSTA LEON HEIBER JULIAN	0	0	0	0	0	0	0
ACOSTA LUZ ADRIANA	0	0	0	13	0	0	0
AGREDO DUFFAY	0	0	0	21	0	0	0
AGRONO MEJIA ELICEY	9	8	7	0	9	0	0
AGRONO MEJIA SURELLY	0	0	0	0	0	0	0
AGUDELO ALVAREZ DAHIAN STEPHANY	0	0	0	16	0	0	0
AGUDELO AREVALO CARLOS ALBERTO	0	0	0	0	0	0	0

Figura 12: Tabla de puntajes de asignación

Estos puntajes son los que se usaran como entrada al modelo de optimización de asignación de personal, obteniendo la mejor combinación posible de empleados en las empresas clientes, teniendo en cuenta los 6 criterios de asignación.

6.2.2.1 Modelo de optimización

Una vez establecido el sistema de puntuación ponderado, se debió modelar un sistema que asignara al trabajador en cada una de las empresas clientes, se estructuraron tres alternativas: Modelo de asignación Binario, Modelo de asignación condicional y Modelo de asignación Binario Open Solver. Las

semejanzas en todos los modelos alternativos era el uso del sistema de puntos, de acuerdo a los criterios antes mencionados (Experiencia, Género, Limitaciones, Habilidades, Días laborados y ubicación).

La diferencia de los modelos se encuentra en la metodología que utilizan para asignar el personal, todos ellos utilizando como base el sistema de puntos. Los tres (3) modelos planteados tienen como entrada, la demanda de personal para cada empresa cliente, el género de preferencia para la empresa cliente y la lista de personas disponibles junto con la información de cada uno de ellos (Ubicación, Género, Experiencia, Días laborados, Habilidades y limitaciones).

Para la evaluación de los tres modelos propuestos se analiza su efectividad (Tiempo y resultado) en el mismo escenario: Asignar 127 personas a 6 empresas, cada empresa con su propia necesidad de personal y su preferencia de género.

6.2.2.2 Modelo de asignación binario

Variables de decisión

El modelo de asignación binario, posee variables del tipo binaria (0 y 1), las cuales son asignadas de acuerdo al puntaje que se obtuvo en cada empresa

Cada variable de decisión está asociada a un trabajador en específico y una empresa cliente en particular así por ejemplo la expresión X_{ij} representa la variable de decisión del trabajador i en la empresa j . El modelo tiene en cuenta el puntaje total de cada operario para hacer el proceso de asignación, el valor de 1 significa que el operario fue asignado para una empresa en particular, mientras 0 significa que no fue asignado.

Función Objetivo

La función objetivo en este modelo es la maximización de la suma producto entre la matriz de puntos y la matriz de las variables binarias.

$$\sum X_{ij} * P_{ij}$$

Donde

X_{ij} = variable binaria para asignar la persona i a la empresa j

P_{ij} = Viabilidad de asignación de la persona i en la empresa j

Restricciones

Las restricciones, presentes están diseñadas para verificar la demanda, siendo:

$$\sum_i^{i=n} X_{ij} \leq D_j$$

Donde $\sum X_{ij}$ para todo representa la cantidad de personal asignado para cada empresa. La cantidad de personal asignado debe ser siempre menor o igual que la cantidad de personal demandado (D), en caso de no tener suficiente personal, la empresa YYY contrata nuevo personal. La herramienta debe ajustarse a esta situación, porque existen ocasiones en que la demanda va ser mayor que el personal disponible, o el personal no cumple con los requerimientos del cliente.

Para garantizar que cada trabajador no pueda ser asignado a más de una empresa, se tiene la siguiente restricción

$$\sum_j^{j=n} X_{ij} \leq 1$$

Siendo la sumatoria de las variables de decisión por trabajador menor o igual (\leq) que uno (1), para restringir la asignación de un trabajador a máximo una empresa. (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2013)

Limitaciones del Modelo

El modelo de asignación posee ciertas limitaciones relacionadas con la capacidad límite de Solver de Microsoft Excel, la asignación funciona bien cuando se trata de variables menores a 200 (Doscientos). Sin embargo la cantidad de personas disponibles puede llegar 127(Ciento veintisiete) personas, por lo tanto se necesitaría de (si se considera que se debe asignar en promedio personas a 5 empresas al día) 635 (Seiscientos treinta y cinco) la cantidad de variables binarias sobrepasaría las permitidas por Excel, por lo tanto el modelo no podría ser útil durante los picos de demanda de final de año, cuando la cantidad de variables binarias supere las permitas por los motores de Excel convencional.

Considerando las restricciones que tenían los motores de Excel, se optó por reducir la cantidad de variables de decisión, se realizaron ajuste al modelo y se creó una nueva alternativa, Modelo de asignación Condicional

6.2.2.3 Modelo de Asignación Condicional

Variables de decisión

Este modelo de asignación a diferencia del modelo de asignación Binaria maneja variables enteras de 1 a 7, la cantidad de variables que maneja es 5 veces menor comparada con el modelo binario, llegando a resolver 127 variables solamente, en el escenario planteado (En las mismas condiciones el modelo binario llegaba a resolver hasta 635)

Las variables solo pueden tomar valores enteros de 1 a 7, estos valores representa a cada empresa y a la opción de no asignado

La asignación de estas variables se haría teniendo en cuenta el puntaje que obtuvo el trabajador en cada empresa, mediante el uso de una función de Excel, se traería el puntaje correspondiente al que obtuvo el trabajador en esa empresa y se sumaría al final

Función objetivo

La función Objetivo sería maximización de la sumatoria de todos los puntajes, que se obtuvieron como resultado del proceso de asignación.

Restricciones

La restricción de demanda sería igual al modelo anterior (\leq) para evitar que el modelo no asigne cuando la cantidad de personas disponibles no sea suficiente para abastecer la demanda. En este modelo las variables solo pueden tomar valores entre 1 y 7.

Dificultades del modelo

El modelo de asignación condicional presentaba problemas con la función objetivo, al correr el modelo las iteraciones se detenían cuando la variable tomaba valores de 0 debido a que este valor no tenía un puntaje definido, aunque el modelo no debida asignar este valor porque no se permitían que se tomara el valor de 0 (Únicamente de 1 a 7 y solo valores enteros), Sin embargo Solver recaía en este problema continuamente.

Para evitar el error en la función objetivo, se utilizó la función condicional SI (ERROR, que asignaba el valor de 0 en caso de un puntaje indefinido, el valor de cero (0) para el modelo no representaba ningún valor conocido de puntaje, por lo cual la sumatoria que representaba la función objetivo tenía un error. Al correrse el modelo en Solver además del tiempo que demoraba en resolver el problema (5 minutos) la asignación no se estaba haciendo de la mejor manera, el modelo estaba asignando sin tener en cuenta la maximización de la función objetivo. Al

realizar un simple cambio en los valores de las variables, se podría encontrar fácilmente una asignación mejor que la arrojada por el modelo.

Debido a los problemas que tiene el uso de condicional que requería el modelo se decide buscar una solución para la restricción de variables de Excel, y seguir abordando el problema mediante variables del tipo Binario.

Luego de buscar alternativas se elige el complemento Open Solver, a diferencia de otros complementos para Solver investigados este es fácil de instalar y usar para el usuario, además no requiere de un lenguaje especial de programación.

6.2.2.4 Modelo de Asignación Open Solver

Variables de decisión

Este modelo de asignación utiliza variables binarias, igual que el primer modelo de asignación (modelo de asignación binario) pero a diferencia del primero puede resolver más de 40 000 variables gracias al complemento para Excel Open Solver, lo cual hace que en teoría no posea límites para el problema dado.

Función Objetivo

Su función objetivo es la maximización de la suma producto entre la matriz de puntaje y la matriz de variables binarias de asignación: Siendo

$$\sum X_{ij} * P_{ij}$$

La expresión de su función objetivo donde X_{ij} representa las variables binarias y P_{ij} el puntaje obtenido por los trabajadores en cada empresa

Restricciones

Se encuentra sujeto a las mismas restricciones que el primer modelo binario, es decir:

$$\sum_i^{i=n} X_{ij} \leq D_j$$

$$\sum_j^{j=n} X_{ij} \leq 1$$

Restricciones, para la demanda y para que la asignación del trabajador no se realice a más de una empresa. (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2013)

Ventajas del modelo de asignación:

Este modelo de asignación a diferencia de los anteriores, no posee restricción de variables y realiza el proceso de asignación de manera rápida y eficaz.

6.2.2.5 Comparación de modelos

	Modelo de asignacion binario	Modelo de Asignacion Condicional	Modelo de Asignacion Open Solver
Tipo de Variables	Variables Binarias	Variables Enteras (Entre 5 y 7)	Variables Binarias
Limite de Variables	200	200	40 000 Variables Limite
Funcion Objetivo	Maximizacion de los puntajes obtenidos entre la suma producto de las variables binarias y los puntajes totales.	Maximizacion de los puntajes de asignacion, obtenidos resultados de las variables tipo entera.	Maximizacion de los puntajes obtenidos entre la suma producto de las variables binarias y los puntajes totales.
Restricciones	$\sum_i^{i=n} X_{ij} \leq D_j$ <p>Doonde Xij representa la el estado de cada trabajador para la asignación en cada empresa j. Dj la cantidad de personal demandado para cada empresa J. Restricción para la demanda.</p>	La cantidad asignada para cada empresa es menor o igual a la cantidad de persona demandado	$\sum_i^{i=n} X_{ij} \leq D_j$ <p>Doonde Xij representa la el estado de cada trabajador para la asignación en cada empresa j. Dj la cantidad de personal demandado para cada empresa J. Restricción para la demanda.</p>
	$\sum_j^{j=n} X_{ij} \leq 1$ <p>Cada trabajador i solo puede ser asignado hasta una vez en una empresa j</p>	Las variables solo pueden tomar valores entre 1 y 7	$\sum_j^{j=n} X_{ij} \leq 1$ <p>Cada trabajador i solo puede ser asignado hasta una vez en una empresa j</p>
Observaciones	La cantidad de variables no eran suficientes, el modelo necesitar resolver un máximo de variables de 3300	la respuesta arrojada por el modelo no era la adecuada, asignaba si considerar la maximización de la asignación	La cantidad de variables permitidas y el desempeño del modelo es el adecuado

Figura13 tabla de Comparación de modelos

Por esta razón se decide continuar el desarrollo de la herramienta con el Modelo de asignación binario Open Solver.

6.2.2.6 Indicadores

Con el objetivo de llevar control sobre el buen rendimiento del modelo de asignación y el sistema de puntos propuesto, se diseñaron varios indicadores de efectividad partiendo del hecho de que la efectividad del modelo será evaluada en cuanto a la eficiencia y la eficacia del resultado arrojado:

-Indicadores de eficacia

Eficacia Lograr el objetivo		
Objetivo	Descripcion	Formula
Cumplir demanda	Faltantes en demanda con restriccion excluyente de genero (opcion 0 y 1)	$\frac{\# \text{ demanda de empresas criterios excluyente de genero}}{\# \text{ personas asignadas a esas empresas}}$
	Faltantes en demanda con restricciones exluyentes de formacion 2, 3,4 y 5	$\frac{\# \text{ demanda de empresas criterios excluyente de formacion 2,3,4 y 5}}{\# \text{ personas asignadas a esas empresas}}$
	Faltantes en demanda sin restricciones exluyentes	$\frac{\# \text{ demanda de empresas sin restricciones excluyentes}}{\# \text{ personas asignadas a esas empresa}}$
Cercania	Porcentaje de incremento en el puntaje de cercania	$\frac{\text{puntaje de cercania asignacion manual} - \text{puntaje de cercania asignacion herramienta}}{\text{puntaje de cercania de asignacion manual}}$

Figura14 Tabla de Indicadores de eficacia

- Indicadores de eficiencia

Eficiencia		
Objetivo	Descripcion	Formula
Optimizar uso de recursos	disminuir costos de prestaciones	$\frac{\# \text{ asignados con prestaciones por debajo del promedio}}{\# \text{ total asignados}}$
	Aumentar la productividad	$\frac{\# \text{ asignados en el sector donde tiene mas experiencia}}{\text{total asignados}}$

Figura15 Tabla de Indicadores de Eficiencia

6.2.3 Objetivo 3

El tercer objetivo propuesto fue: “Verificar con una prueba piloto el desempeño del modelo y que la información suministrada por el modelo agilice el proceso de asignación del recurso humano” En esta última etapa de proyecto se verificará con una prueba piloto el desempeño del modelo y que la información suministrada por el modelo agilice el proceso de asignación del recurso humano. Para lo que se hizo una programación en Excel del sistema de asignación planteado anteriormente y bajo los parámetros de asignación analizados. A continuación se describe el desarrollo de la herramienta:

6.2.3.1 Estructura

El sistema de puntos y el modelo de optimización propuestos fueron programados en un formulario de Excel, cuyo propósito es calcular los puntajes de asignación y ejecutar el modelo de optimización lo más rápido y fácil posible para el usuario. La herramienta está compuesta por 5 hojas de Excel: Inicio, Resultados, Demanda, Empleados y Datos de Clientes. Para evitar confusiones en el manejo de la herramienta, el usuario solo interactúa con dos de las hojas de Excel, la de Inicio y la de resultados. A continuación se explicará el diseño y la función de cada elemento:

Hoja de Inicio:

Está compuesto por una cinta de encabezado donde se describe la función de la herramienta y una breve indicación que invita a dar click en el botón “Iniciar Asignación”, también tiene el logo de la empresa en la parte inferior.



Figura16: Cinta encabezado de Inicio

Empresa Cliente	Demanda <small>*Valor numerico</small>	Genero
Empresa 1	<input type="text"/>	<input type="text" value="Hombres"/>
Empresa 2	<input type="text"/>	<input type="text" value="Hombres"/>
Empresa 3	<input type="text"/>	<input type="text" value="Hombres"/>
Empresa 4	<input type="text"/>	<input type="text" value="Hombres"/>

Figura17: Ventana para datos de demanda

En la Figura14 se muestra la venta que se despliega en el momento de dar click en el botón “iniciar asignación”, y es donde se ingresa la demanda de personal. Esta demanda de personal es requerido previamente a la persona que asigna, por medio de correos electrónicos enviados desde cada empresa cliente. Un botón “ACEPTAR” en la misma ventana ejecuta el modelo de optimización y envía la solución a la hoja de solución (Ver anexo 1: Manual para el usuario)

Figura18: Botón para ejecutar modelo

Hoja de solución:

Esta hoja se muestra justo después de que el usuario a dado “Aceptar” a la demanda ingresada en la hoja anterior, y contiene una lista por cada empresa cliente, con el nombre de las personas asignadas a esa empresa y el número de contacto telefónico, además de una lista con los nombres de quienes no fueron asignados y la recomendación de la empresa más factible a que sean asignados.

18 Empresa 1		13 Empresa 2	
Nombre	Telefono	Nombre	Telefono
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	

Figura19: Formato de lista de solución

Hoja de demanda:

En ésta, se guarda la información recibida en la ventana de demanda de la Hoja de Inicio, y es aquí donde la Hoja de Empleados hace referencia para guardar la información de demanda.

Hoja de empleados:

En ésta se encuentra la lista de personas disponibles y el cálculo de los puntajes ponderados de asignación, también es aquí donde el modelo de optimización hace referencia cuando recibe el comando de ser ejecutado.

Datos Clientes:

Contiene la información básica de las empresas clientes, como por ejemplo, el nombre, el Sector al que pertenece, el requerimiento de formación, y el puntaje de distancia considerado entre la empresa y cada zona de Cali. Estos datos son utilizados por la Hoja Empleados para calcular los puntajes de selección de cada empleado disponible.

La formulación detallada de cada hoja será mostrada y explicada más adelante.

6.2.3.2 Desarrollo de prueba piloto

Consideraciones Iniciales

La herramienta creada en Excel, debe alimentarse de la base de datos de la empresa. El usuario debe cargar la información del personal disponible desde la base de datos, los datos que requiere la herramienta son la información de los criterios de selección para cada operario (Cédula, Nombre, Teléfono, Experiencia, Habilidad, Limitación, Horas trabajadas en el mes actual, Género y zona de residencia). Con la información cargada y Junto con los parámetros del cliente (Ubicación del cliente, cantidad de personal requerido y requerimiento de formación del personal) la herramienta puede ejecutar el modelo lineal planteado y realizar el proceso de asignación.

Los datos deben ser cargados a la herramienta mediante Conexión Mysql y este archivo debe contar con el siguiente formato:

Datos generales empleado				Datos de selección					
Nº	CEDULA	NOMBRE	TELEFONO	Experiencia en Sectores	Pago Prestaciones	Genero Comuna	Habilidad 1	habilidad 2	limitacion

Figura20: Formato matriz de datos de personal disponible

6.2.3.3 Desarrollo de criterios de asignación

Para el desarrollo de los criterios de asignación se determinó con la empresa la importancia que tenía cada criterio para el proceso de selección. Con esta información se estableció el siguiente rango de puntuación para cada criterio:

Criterio	Criterios de Decisión		Tipo de Criterio
	Minimo	Maximo	
Habilidades	0	1	Binario (Excluyente)
Limitaciones	0	1	Binario (Excluyente)
Cercanía	1	7	Discreto (no Excluyente)
Experiencia en la Empresa	1	7	Discreto (no Excluyente)
Genero	0	1	Binario (Excluyente)
	1	5	Discreto (no Excluyente)
Pago de prestaciones	1	8	Discreto (no Excluyente)

Figura 21: Criterios de decisión

La función del rango establecido para cada criterio, es mostrar de manera cuantitativa la importancia o el peso que tiene cada criterio en el proceso de asignación. De esta forma, cuando el modelo de asignación binario prioriza la asignación de personas con puntajes más altos, a su vez esta asignando a las personas cuyas cualidades, e conjunto, las hacen más aptas para esas empresas.

También existen criterios que son considerados excluyentes, es decir que si un trabajador no cumple con el criterio especificado para esa empresa, automáticamente quedará por fuera del proceso de selección.

Rango de Habilidades:

Las Habilidades están clasificadas dentro de los criterios excluyentes. Para configurar esta condición, se asigna un puntaje binario de cero o uno que es

multiplicado por el puntaje total. Este valor binario verifica si el operario posee la habilidad requerida por la empresa cliente, asignando el valor de cero (0) si no la posee y uno (1) si el trabajador cuenta con ella; de esta forma, si por ejemplo el operario 1 no cumple con la habilidad, el operario se descarta para la empresa porque su puntaje total de asignación automáticamente sería cero.

Rango Limitaciones:

El criterio de decisión de las limitaciones también es utilizado para descartar cualquier operario, siempre que posea algún tipo de limitación que le impida ser asignado a determinada empresa, al igual que el criterio de habilidad se utiliza para multiplicar el puntaje total de cada operario.

Rango de cercanía:

Para el rango de cercanías se dividió la ciudad en 4 zonas diferentes. La herramienta internamente posee una matriz en la que evalúa la cercanía de cada zona con respecto a la ubicación de las empresas clientes, de esta manera asigna los puntajes entre 1 y 5 dependiendo de la cercanía entre el trabajador y la empresa cliente. Este criterio de selección no es excluyente y asigna mayores puntajes en la medida en que el trabajador esté más cerca de la empresa cliente (MetroCali, 2015)

Rango de experiencia empresa

El criterio de experiencia empresa es un criterio no excluyente con un puntaje entre cero y siete, asignado por la herramienta al trabajador dependiendo de su experiencia en el sector de la empresa cliente, los sectores en los cuales se clasifican las empresas clientes son: farmacéutica, pañalera, artes gráficas y

centros de distribución. La herramienta evalúa cuántas horas lleva trabajando el trabajador para cada sector y si la empresa cliente hace parte de su sector de especialización asigna siete, en caso contrario asigna cero.

Rango de Género

Para el rango de género existen dos tipos de rangos, el rango excluyente y el Discreto No excluyente. Los dos tipos de rangos se utilizan para abarcar las cinco opciones que puede requerirse, para las opciones de únicamente hombres o mujeres la herramienta utiliza la puntuación Binario excluyente, valores entre cero y uno, de esta manera descarta al operario que no cumpla con el género requerido. El puntaje discreto no excluyente es utilizado para las otras tres opciones es decir cuando no importa el género, cuando se requiere preferiblemente hombres, o preferiblemente mujeres. La herramienta asigna la puntuación de cinco al género de preferencia y cuando el género no importa.

Rango de prestaciones

El criterio de decisión del pago de prestaciones incluye valores de uno y ocho para ser asignados, la herramienta evalúa el promedio total de todos los trabajadores disponibles y si este número promedio es inferior al número de horas que trabajó el operario, entonces la herramienta asigna la puntuación de ocho, en caso contrario es decir si el número promedio de horas trabajadas de los trabajadores es superior a las horas de trabajo del trabajador entonces la herramienta asigna uno.

Este criterio de decisión es utilizado para evitar los sobrecostos asociados a realizar cotizaciones de prestaciones sociales sobre el salario mínimo, cuando el

empleado trabajó menos horas de las requeridas o para evitar realizar altas cotizaciones a trabajadores por haber trabajado horas extras.

Para mayor claridad sobre todos los criterios asumimos un escenario de cuatro (4) empleados y una demanda de un empleado:

	Criterios excluyentes		Criterios no excluyentes				Total
	Habilidad	Limitación	Cercanía	Genero	Prestaciones	Experiencia	
Empleado 1	1	1	1	5	8	1	15
Empleado 2	1	1	7	1	1	7	16
Empleado 3	0	1	7	5	8	1	0
Empleado 4	1	0	1	1	8	7	0

Figura22 Tabla de escenarios de empleados

En este caso, la persona asignada a la empresa será el empleado 2, debido a que es quien presenta, en conjunto, las mejores cualidades para ser asignado. Se debe tener en cuenta que el empleado 3 fue inhabilitado por no cumplir con el requisito de formación excluyente (habilidad) y el empleado 4, fue inhabilitado por tener una limitación que le impediría ejecutar su labor en la empresa. De esta forma el cálculo del indicador de asignación final se hace de esta forma:

$$\text{Indicador Final} = (\text{Cercanía} + \text{Genero} + \text{Prestaciones} + \text{Experiencia}) * (\text{Habilidad} * \text{Limitación})$$

6.2.3.4 Desarrollo de macros

Para ayudar a la herramienta de Excel a ser fácil y rápida de usar, se utilizaron macros, en este caso se consideraron 3 aspectos para simplificar la interacción entre la herramienta y la persona que realiza el proceso de asignación: Simplificar la entrada de parámetros, La ejecución del modelo de asignación y la lista de resultados.

Simplificar la entrada de Parámetros y ejecución del modelo de asignación luego de cargar la información del personal a la herramienta, es necesario especificar la demanda de personal que se requiere, para facilitar el ingreso de estos parámetros, se desarrolló una macro que despliega automáticamente una ventana, donde el usuario podrá ingresar la cantidad de personas que desea asignar y podrá elegir entre las cinco opciones de género.

Empresa Cliente	Demanda	Genero
Empresa 1	<input type="text"/>	<input type="text" value="Hombres"/>
Empresa 2	<input type="text"/>	<input type="text" value="Mujeres"/>
Empresa 3	<input type="text"/>	<input type="text" value="Ambos"/>
Empresa 4	<input type="text"/>	<input type="text" value="Ambos pero prefiere hombres"/>
Empresa 5	<input type="text"/>	<input type="text" value="Ambos pero prefiere mujeres"/>
Empresa 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Empresa 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Empresa 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Empresa 9	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Aceptar Cancelar

 Ingeniería en Manualidades

Figura23 Ventana Inicial

En esta ventana el usuario podrá ingresar los datos de demanda junto con la especificación de género, una vez completado todos los campos requeridos podrá dar click al botón de aceptar, que automáticamente correrá el modelo de Excel utilizando OpenSolver, para resolver el problema de asignación.

Una vez corrido el modelo, los resultados son mostrados en varias listas cuyo encabezado es el nombre de la empresa y contiene el nombre y teléfono de contacto de las personas asignadas, el objetivo de esta macro es disminuir el tiempo de búsqueda visual de los resultados, la información es presentada de manera ordenada en cada lista se puede ver el personal que fue asignado

6.2.3.4 Evaluación de riesgos de la herramienta:

Matriz de análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Se vio pertinente el uso de esta matriz de análisis debido a que la herramienta de asignación propuesta modifica el diseño del proceso de asignación y es necesario identificar problemas potenciales y sus posibles efectos en el sistema y de esta forma buscar prevenirlos. (Lean Solution, 2015)

Existen tres (3) tipo de matriz AMEF, y para efectos de este caso se llevara a cabo una AMEF de proceso, donde se revisaran los procesos para encontrar posibles fuentes de error:

Sistema Nuevo

Componente	Funcion	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	Causa potencial de falla	Severidad	Controles actuales de prevencion	Ocurrencia	Controles actuales de deteccion	Deteccion	NPR	Responsable /fecha	Acciones recomendadas
Herramienta de asignacion binaria	dar la mejor asignacion de empleados a partir de una demanda especifica una lista de empleados disponibles	Lista de disponibles fuera de rango	Las ultimas personas de la lista no se tienen en cuenta en la asignación	El rango maximo estimado es insuficiente	3	El rango estimado es el doble del numero promedio de empleados disponibles	1	Control visual en cuadr de dialogo	1	3	Persona que asigna	haga la asignacion y llame a soporte tecnico
		Lista de disponibles con formato incorrecto	Solucion equivocada o no hay solucion	El usuario no comprende o no lee la guia de usuario	8	El area de TIC rediseña el formato de lista de disponibles en el sistema	5	Ninguno	9	360	Persona que asigna	Cargue nuevamente la lista con el formato correcto
		Dato de demanda no valido	Modelo no ejecuta	El filtro de tipo de datos admitidos no funciona	5	Indicacion visible en la interfaz	7	Verificacion de formato en interfaz	1	35	Persona que asigna	Ingrese los datos de demanda nuevamente
		Cantidad insuficiente de personas capacitadas	No hay solucion posible	Es necesario contratar personal o capacitar a los que tenemos	2	Ninguno	8	Numero de asignados es menos a la demanda	3	48	Persona que asigna	Contratar o capacitar el personal que hace falta

Figura 24 AMEF Sistema Nuevo

Sistema Antiguo

Componente	Funcion	Modo potencial de falla	Efecto potencial de falla	Causa potencial de falla	Severidad	Controles actuales de prevencion	Ocurrenci	Controles actuales de deteccion	Deteccion	NPR	Responsab le/fecha
Asignacion Manual	Asigna empleados de forma manual a partir de una demanda especifica y una lista de empleados disponibles	Empleados mejor calificados que no son asignados	Talento humano desperdiciado	La persona que asigna no cuenta con informacion de todos los empleados	6	Ninguno	9	Ninguno	9	486	Persona que asigna
		Empleados asignados en empresas muy lejanas	Sobrecosto por transporte a empleados	La persona que asigna no cuenta con informacion de todos los empleados	5	Ninguno	7	El empleado informa	7	245	Persona que asigna
		Se asignan empleados que no cumplen con los requisitos de la empresa cliente	Sobrecosto por capacitaciones innecesarias	La persona que asigna se equivoca debido a la cantidad de personas que debe asignar	8	Ninguno	7	Ninguno	9	504	Persona que asigna
				La persona que asigna no cuenta con informacion de todos	8	Ninguno	7	Ninguno	9	504	Persona que asigna
		Empleados que no alcanzan el numero de horas mensuales para salario minimo	sobrecosto por prestaciones cotizadas con base al minimo	La persona que asigna no cuenta con informacion de todos los empleados	8	Ninguno	8	Ninguno	9	576	Persona que asigna

Figura25 AMEF Sistema Antiguo

El sistema antiguo de asignación arroja una respuesta no adecuada, como por ejemplo: los empleados mejor calificados no son asignados, y se puede estar incurriendo en costos innecesarios debido a que no son aptos para el trabajo o por que viven muy lejos del lugar de trabajo. No existen controles de prevención actualmente por que el riesgo de equivocación es alto.

El sistema de asignación utilizando la herramienta puede fallar si la persona que está realizando la asignación no tiene atención a los formatos de alimentación de la herramienta (Datos de entrada), generando que la respuesta que arroje la herramienta sea incorrecta. Sin embargo existen controles de prevención, que están asociados a la capacitación del trabajador durante la implementación del

nuevo sistema con la herramienta, además de la guía que puede brindarle apoyo la persona encarga en el proceso.

En cuanto a la jerarquización de los problemas a través del indicador NPR, se puede evidenciar que los modos potenciales de falla en la metodología de asignación antigua, están clasificados en niveles más altos de riesgo. Para mayor claridad se dan los rangos de riesgo:

Prioridad NPR	
Rango	Importancia
500 - 1000	Alto riesgo de falla
125 - 499	Riesgo de falla medio
1 - 124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Figura 26 Jerarquización NPR

Según lo rangos de prioridad y los resultados de la matriz AMEF para cada caso, en el sistema antiguo se encontraron dos fallas de alto riesgo: Empleados que no alcanzan el número de horas mensuales para el salario mínimo – 576 y cuando se asignan empleados que no cumplen con los requisitos de la empresa cliente – 504. Dos con riesgo de falla medio: Empleados asignados a empresas muy lejanas – 245 y Empleados mejor calificados que no son asignados – 486.

Mientras que con el nuevo sistema se encontró un riesgo de falla medio: Lista de disponibles con formato incorrecto – 360. Tres riesgos de falla bajo: Lista de disponibles fuera de rango 3, datos de demanda no valido – 35 y cantidad insuficiente de personas capacitados - 48.

Finalmente se le recomendó a la empresa terminar su proceso de recolección y digitación de información necesaria para el funcionamiento de la herramienta de asignación, además del cambio del formato de reporte de personas disponibles al formato propuesto en el presente estudio

6.2.3.5 Prueba Piloto y resultados

Con el objetivo de probar el funcionamiento y efectividad de la herramienta, se diseñó una prueba que consta de un escenario con empleados disponibles y una demanda específica. El objetivo del experimento fue hacer una asignación manual de las personas disponibles para cumplir con la demanda, y una asignación utilizando la herramienta, para luego contrastar los resultados evaluados con el sistema de puntuación ponderado. Finalmente se evalúan los indicadores de efectividad y el tiempo de ejecución de cada proceso. A continuación mostramos los elementos del escenario de prueba y los resultados obtenidos:

- Elementos del escenario de prueba: Se dispuso de los datos de nombre, teléfono, experiencia, genero, habilidades de formación, barrio y días laborados en el mes de 32 personas disponibles; además de una demanda de 23 personas para tres empresas diferentes sin restricción de género. Se hizo la asignación manual con la persona encargada del proceso en la empresa YYY y posteriormente se le pidió a esa misma persona que hiciera la asignación con la herramienta. Finalmente, se tomó el tiempo de ejecución del proceso en ambos casos, y se calcularon los indicadores de efectividad para cada resultado de asignación.
- Resultados del experimento:
En las siguientes tablas se muestran los resultados para la asignación del personal solicitado, mediante las dos formas de asignación: la manual y la asignación con la herramienta. En los datos se puede evidenciar que las mejoras más significativas se presentaron en cuanto al tiempo de asignación, el cual disminuyó al 3,23% del tiempo de asignación manual; por otro lado, la función objetivo aumentó considerablemente con la asignación por medio de la herramienta; con la asignación manual, se enviaron 6 personas a empresas en las que estaban inhabilitados para ir debido a su formación, mientras que con la herramienta, todas las personas asignadas eran hábiles para ir a la empresa

asignada; finalmente, otro indicador que mostro una mejora significativa fue el indicador de pago de prestaciones sociales, ya que en la asignación manual solo el 47,8% de las personas asignadas habían laborado un número de días en el mes inferior al promedio de todas las personas disponibles, mientras que con la asignación con la herramienta, el porcentaje aumentó a 60,8%.

Asignación manual	
Puntaje de cercanía	120
Puntaje de prestaciones	47,83%
Genero incorrecto	0
Experiencia	21,74%
Número de asignados inhabilitados	6
Funcion objetivo	270
Tiempo de asignación	10:20 minutos

Figura27 Indicadores de Asignación Manual

Asignación con la herramienta	
Puntaje de cercanía	125
Puntaje de prestaciones	60,87%
Genero incorrecto	0
Experiencia	21,74%
Número de asignados inhabilitados	0
Funcion objetivo	403
Tiempo de asignación	10 segundos

Figura28 Indicadores de Asignación con herramienta

7. Conclusiones

- El buen uso de una herramienta puede mejorar los indicadores de efectividad de este proceso que es crítico para la empresa y esto se demuestra en la prueba realizada
- Un problema de asignación multi - criterio puede ser muy complicado si se hace en la cabeza de una persona, como se evidenció en los resultados de la prueba manual, sin embargo la cuantificación de dichos criterios puede ayudar a facilitar el proceso.
- El proceso de asignación es crítico para esta empresa y no tener documentada la información necesaria para realizarlo, la hace dependiente de la capacidad de memoria de una persona.
- Utilizando herramientas de modelado matemático se pueden adoptar variables cualitativas para que sean cuantificables y se genere una respuesta numérica a una decisión.
- Durante el desarrollo del proyecto se evidenció que existe riesgo que durante años se estuviera afectando la competitividad de la empresa, y que nunca fue evidente debido a la falta de documentación

Recomendaciones

- El alcance del proyecto no incluyó la implementación y es necesario que la empresa se ponga al día con la digitalización de la información necesaria para que se ponga en marcha el uso de la herramienta.
- Nos dimos cuenta del impacto grande de herramientas como Excel y modelos lineales y vimos la necesidad que durante nuestra carrera se pueda hacer más fuerte este aspecto.

BIBLIOGRAFÍA

- CHASE, R. B., JACOBS, F. R., & AQUILANO, N. J. (2009). *Administracion de Operaciones: Produccion y Cadena de Suministros*. En R. B. CHASE, F. R. JACOBS, & N. J. AQUILANO, *Administracion de Operaciones: Produccion y Cadena de Suministros* (págs. 456-461). Mexico DF: Mc Graw Hill.
- KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA. (2013). *Administracion de Operaciones: Procesos y Cadena de Suministros*. En KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, *Administracion de Operaciones: Procesos y Cadena de Suministros* (pág. 369). Mexico DF: PEARSON.
- MetroCali*. (30 de Marzo de 2015). Obtenido de MetroCali: <http://mio.com.co/index.php/es/planea-tu-viaje>
- Murcia, U. d. (s.f.). *Laboratorio de Modelacion*. Recuperado el 31 de Octubre de 2014, de Laboratorio de Modelacion: <http://www.um.es/fem/PersonalWiki/pmwiki.php/EsModelling/IntroClasses>
- Referencias Srour, I. M., Haas, C. T., & Morton, D. P. (2006). Linear Programming Approach to Optimize Strategic Investment in the Construction Workforce. *Journal Of Construction Engineering & Management*, 132(11), 1158-1166. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:11(1158)
- Pradenas Rojas L. y Matamala Vergara E. (2012) Una formulación matemática y de solución para programar cirugías con restricciones de recursos humanos en hospital público. (Vol. 20 N 2, 2012, p. 230-241)*