

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE
PLANOS DE ARQUITECTURA USANDO
ALGORITMOS GENÉTICOS**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE SISTEMAS

Medina Troncoso, Herbert

Lima - Perú

2013

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA:

Quiero dedicar esta tesis a mi esposa Marisol por todo su apoyo, soporte y comprensión. A mi hija Ariana por el tiempo que le he quitado en desarrollar este trabajo. A mi madre Celia por su apoyo incondicional. A mi padre Evaristo por su ejemplo de dedicación y esfuerzo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE CUADROS	9
DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	18
1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.2.1. OBJETIVO SUPERIOR.....	22
1.2.2. OBJETIVO PRINCIPAL.....	22
1.2.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	22
1.3. HIPÓTESIS	23
1.4. JUSTIFICACIÓN	25
1.5. METODOLOGÍA.....	26
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES	27
1.6.1. ALCANCE.....	27
1.6.2. LIMITACIONES	28
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	29
2.1. ANTECEDENTES	29
2.2. PROCEDIMIENTO ACTUAL DE DISEÑO DE PLANOS	30
2.3. LA NATURALEZA COMBINATORIA DEL PROBLEMA.....	31
2.4. LA BÚSQUEDA EN EL ESPACIO DE SOLUCIONES.....	32
2.5. EFICIENCIA EN EL SENTIDO DE PARETO.....	33
2.5.1. MÍNIMO GLOBAL.....	34
2.5.2. MULTIOBJETIVO GENERAL.....	35
2.5.3. DOMINACIÓN EN EL SENTIDO DE PARETO	35
2.5.4. ÓPTIMO DE PARETO.....	35
2.5.5. CONJUNTO ÓPTIMO DE PARETO	36
2.5.6. FRONTERA DE PARETO	36

2.6.	EQUILIBRIO DE NASH.....	36
2.7.	ALGORITMOS GENÉTICOS.....	37
3.	CAPÍTULO III ALGORITMOS GENÉTICOS.....	39
3.1.	DESARROLLO.....	39
3.2.	REPRESENTACIÓN.....	41
3.2.1.	PAR SECUENCIADO.....	44
3.3.	GENERACIÓN DE LA POBLACIÓN INICIAL.....	45
3.4.	FUNCIÓN DE ADAPTACIÓN.....	45
3.5.	PROBLACIÓN INICIAL.....	46
3.6.	SELECCIÓN.....	47
3.6.1.	SELECCIÓN BASADA EN EL RANKING.....	47
3.6.2.	SELECCIÓN POR RULETA.....	47
3.6.3.	SELECCIÓN POR TORNEO.....	48
3.7.	REPRODUCCIÓN.....	49
3.7.1.	CRUCE MONOPUNTO.....	50
3.7.2.	CRUCE MULTIPUNTO.....	51
3.7.3.	CRUCE UNIFORME.....	52
3.8.	MUTACIÓN.....	53
3.9.	INSERCIÓN DE LOS HIJOS EN LA POBLACIÓN.....	53
3.10.	CRITERIOS DE TERMINACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO.....	55
3.10.1.	CRITERIO DE CONVERGENCIA DE IDENTIDAD.....	55
3.10.2.	CRITERIO DE CONVERGENCIA DE APTITUD.....	55
3.10.3.	CRITERIO DE CANTIDAD DE GENERACIONES.....	56
3.11.	CLASIFICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS MULTI OBJETIVOS.....	56
3.11.1.	FUNCIONES DE AGREGACIÓN.....	57
3.11.2.	APROXIMACIONES BASADAS EN LA POBLACIÓN.....	58
3.11.3.	APROXIMACIONES BASADAS EN PARETO.....	58
4.	CAPÍTULO IV RESTRICCIONES GEOMÉTRICAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS.....	62
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	62
4.2.	CODIFICACIÓN DEL CROMOSOMA.....	62
4.3.	RELACIONES GEOMÉTRICAS ENTRE ÁREAS.....	63

4.3.1.	ÁREA SUPERPUESTA.....	63
4.3.2.	PROXIMIDAD	64
4.3.3.	COLINDANCIA	64
4.4.	OBJETIVOS MÚLTIPLES DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	65
5.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	68
5.1.	FUENTE DE DATOS.....	68
5.2.	ESTRUCTURA DE DATOS.....	68
5.2.1.	MÓDULO TIPO 1	71
5.2.2.	MÓDULO TIPO 2	72
5.2.3.	MÓDULO TIPO 3	73
5.2.4.	MÓDULO TIPO 4	74
5.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS	75
5.3.1.	MÓDULO TIPO 1	75
5.3.2.	MÓDULO TIPO 2	76
5.3.3.	MÓDULO TIPO 3	76
5.3.4.	MÓDULO TIPO 4	77
6.	MODELO DE SOLUCIÓN.....	78
6.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	78
6.2.	VARIABLES DEL MODELO	80
6.3.	PARÁMETROS DEL MODELO	80
6.4.	PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	80
6.5.	PROCESO DEL ALGORITMO GENÉTICO.....	86
6.6.	CODIFICACIÓN	89
6.7.	INICIALIZACIÓN	92
6.8.	EVALUACIÓN.....	94
6.9.	CRUCE	96
6.10.	MUTACIÓN	100
6.11.	MIGRACIÓN	101
7.	EXPERIMENTACIÓN.....	102
7.1.	DISEÑO DEL EXPERIMENTO	102
7.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES	103
7.3.	EXPERIMENTO 1	104

7.4. EXPERIMENTO 2	109
7.5. EXPERIMENTO 3	114
7.6. EXPERIMENTO 4	119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES	126
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXOS.....	130
ANEXO 1 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 1	130
ANEXO 2 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 2.....	138
ANEXO 3 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 3	145
ANEXO 4 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 4	152
ANEXO 5 – DETALLE DE SOLUCIÓN EXPERIMENTO 1 – PRUEBA 0.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Problema de Distribución.....	11
Figura 2- Ciclo Básico del Algoritmo Genético	16
Figura 3 - Distribución de Espacios.....	16
Figura 4 - Representación de una Solución.....	17
Figura 5 – Ambientes y Distribución.....	19
Figura 6 - Representación de una problema	33
Figura 7 - Representación de una Solución.....	39
Figura 8 – Ciclo Básico del Algoritmo Genético	41
Figura 9 – Representación Cromosómica.....	41
Figura 10 – Estructura de Tajadas	43
Figura 11 – Representación de Par Secuenciado	44
Figura 12 – Selección por Ruleta	48
Figura 13 – Reproducción y herencia	50
Figura 14 – Cruce Monopunto	51
Figura 15 – Cruce Multipunto	52
Figura 16 – Representación de un Cromosoma	63
Figura 17 – Representación de Superposición	64
Figura 18 – Representación de Proximidad.....	64
Figura 19 – Representación de Colindancia.....	65
Figura 20 - Ambiente sin Orientación.....	69
Figura 21 - Ambiente con Orientación	70
Figura 22 – Módulo Básico Tipo 1.....	71
Figura 23 – Módulo Básico Tipo 2.....	72
Figura 24 – Módulo Básico Tipo 3.....	73
Figura 25 – Módulo Básico Tipo 4.....	74
Figura 26 - Proceso de Solución	78
Figura 27 – Flujograma Solución.....	79
Figura 28 - Codificación de un Individuo	81
Figura 29 - Inicialización de Población	82
Figura 30 - Evaluación de Individuo.....	82

Figura 31 - Cruce de Individuos.....	83
Figura 32 - Mutación de Individuos	84
Figura 33 - Selección de Población.....	85
Figura 34 - Proceso del Algoritmo Genético	87
Figura 35 - Creación del Par secuenciado.....	89
Figura 36 - Decodificación de Individuo.....	91
Figura 37 - Inicialización de 2 Individuos.....	92
Figura 38 - Cálculo de Aptitud de la Población	94
Figura 39 –Procesos de Selección.....	96
Figura 40 –Proceso de Cruce	97
Figura 41 - Cruce de Dos Individuos.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 - Tasa de Crecimiento de la Viviendas Particulares según Condición de Ocupación	18
Cuadro 2 - Expansión del Número de Soluciones	31
Cuadro 3 - Evolución de Operadores Genéticos	59
Cuadro 4- Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 1	75
Cuadro 5 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 2	76
Cuadro 6 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 3	76
Cuadro 7 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 4	77
Cuadro 8 - Parámetros del Modelo	80
Cuadro 9 - Coordenadas de Par secuenciado	90
Cuadro 10 - Coordenas Absolutas	91
Cuadro 11 - Aptitud de la Población.....	95
Cuadro 12 - Parámetros del Modelo	103
Cuadro 13 - Resultados con Tasa de Mutación 5%	104
Cuadro 14 - Resultados con Tasa de Mutación 10%	104
Cuadro 15 - Resultados con Tasa de Mutación 15%	105
Cuadro 16 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%.....	106
Cuadro 17 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 10%.....	107
Cuadro 18 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%.....	108
Cuadro 19 - Resultados con Tasa de Mutación 5%	109
Cuadro 20 - Resultados con Tasa de Mutación 10%	109
Cuadro 21 - Resultados con Tasa de Mutación 15%	110
Cuadro 22 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%.....	111
Cuadro 23 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 10%.....	112
Cuadro 24 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%.....	113
Cuadro 25 - Resultados con Tasa de Mutación 5%	114
Cuadro 26 - Resultados con Tasa de Mutación 10%	114
Cuadro 27 - Resultados con Tasa de Mutación 15%	115
Cuadro 28 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%	116
Cuadro 29 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 10%.....	117
Cuadro 30 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%.....	118
Cuadro 31 - Resultados con Tasa de Mutación 5%	119
Cuadro 32 - Resultados con Tasa de Mutación 10%	119
Cuadro 33 - Resultados con Tasa de Mutación 15%	120
Cuadro 34 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%.....	121
Cuadro 35 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 10%.....	122
Cuadro 36 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%.....	123

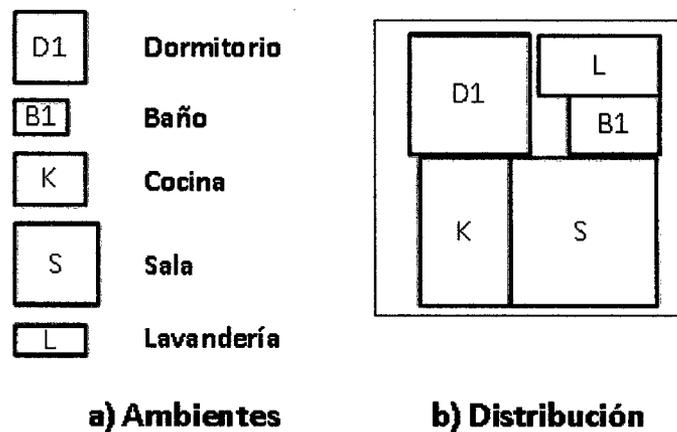
DESCRIPTORES TEMÁTICOS

1. Algoritmos Genéticos
2. Diseño de Planos
3. Planos de Arquitectura
4. Distribución de Espacios
5. Multiobjetivo
6. Problema Rectangular
7. NP-Hard

RESUMEN

El problema de distribución de ambientes está relacionado estrechamente al sector económico de construcción; pues como parte del proceso de obtención de licencias de construcción se requieren planos de arquitectura o distribución. El plano de arquitectura, conocido también como plano de planta, consiste en una vista de sección horizontal y muestra la ubicación de espacios interiores. En la construcción, el plano de arquitectura o distribución es una solución al problema de distribución de espacios interiores, un ejemplo del problema se puede ver en la Figura 1 donde la parte a) muestra los ambientes a distribuir y la parte b) muestra un plano de distribución de ambientes.

Figura 1 - Problema de Distribución



Fuente: Elaboración Propia

Cada uno de los ambientes identificados dentro del plano comprende múltiples restricciones que se han cumplido para llegar a esta posición final donde la complejidad para encontrar una solución es directamente proporcional a la cantidad de variables involucradas en el diseño; entre estas variables se pueden mencionar: cantidad de espacios interiores que se desea distribuir, área total, área de cada región o ambiente, ubicación,

proximidad entre áreas, colindancia entre áreas, etc. Es decir depende de la cantidad de variables involucradas de tal forma que el problema a resolver consiste en un problema de optimización multiobjetivo (Kundu et al., [1]), este tipo de problema es conocido como problema de distribución de espacios o problema rectangular. Por lo tanto siendo un problema combinatorio el número total de posibles soluciones se puede conocer, pero evaluar cada una de estas posibles soluciones demanda un tiempo que no es posible de determinar exactamente.

Debido a que los planos deben realizarse de manera individual para cada cliente el proceso creativo demanda la inversión de horas-hombre y el resultado ideal u óptimo que normalmente requiere de retroalimentación y ajustes en base a las necesidades del cliente requiere nuevamente inversión de horas-hombre adicionales, resultando en perjuicio económico tanto para el profesional como para el cliente. Es decir mientras más opciones/requerimientos se establecen, mayor es el tiempo que se invierte en el diseño de planos de arquitectura.

El problema de distribución de espacios ha sido estudiado durante los últimos años considerando diferentes variantes. La complejidad del problema se ha estudiado en las últimas décadas a través de diferentes procesos (Raman, [2]) tales como Teoría de Grafos, Asignación Cuadrática, Programación Entera, Simulación, Teoría de Colas mientras que la solución ha involucrado Métodos Heurísticos (Construcción, Mejoramiento, Híbrido), Métodos Meta-Heurísticos (Búsqueda Tabú, Colonia de Hormigas, Redes Neuronales) (Raman, [2]).

El problema que se plantea esta tesis corresponde a modelar un proceso de distribución de espacios, lo que implica que dentro del proceso de modelamiento se establece una matriz de variables que representan las dimensiones de los espacios o áreas, asimismo se establece la región disponible para ubicar las áreas, de tal forma que diferentes combinaciones

son posibles de desarrollar pero sólo un subconjunto de estas forman parte del espacio de soluciones.

Se plantea el uso de Algoritmos Genéticos puesto que estos han sido usados de dos formas: i) técnica para resolver problemas tecnológicos y ii) como simplificación de modelos científicos (Mitchell, [3]). Asimismo cabe resaltar que los algoritmos genéticos son un método ampliamente reconocido y popular (Wiese, [4]) de aproximación a soluciones que permite no sólo ir en busca de una solución sino evalúa un conjunto de soluciones a la que llama población de individuos donde cada individuo representa un candidato a solución.

La solución del problema propuesto en la presente tesis consiste en elaborar un proceso multiobjetivo donde la ejecución de estos brinde como resultado una solución de la forma de un plano de distribución de espacios.

Finalmente, el objetivo superior de la presente tesis es contribuir al estudio de algoritmos aplicados a problemas de optimización multiobjetivo, que en este caso corresponde al proceso de diseño de planos de arquitectura, de tal forma que este proceso aplicativo pueda servir y/o contribuir a futuros investigadores en el campo de la inteligencia artificial.

INTRODUCCIÓN

Los problemas de ingeniería de diseño fueron los primeros en ser abordados usando computadoras sin embargo no fue hasta la introducción de la inteligencia artificial (década del 60) que los problemas de diseño comenzaron a ser solucionados (Rafiq et al. [5]). Dentro de los problemas propios de la ingeniería de diseño se encuentra el plano de arquitectura, conocido también como plano de planta, que consiste en una vista de sección horizontal y muestra la distribución de espacios interiores dentro de un área determinada. En la construcción, el plano de arquitectura muestra los elementos arquitectónicos que tendrá la construcción final, siendo el plano de arquitectura en sí mismo una solución al problema de distribución de espacios bajo restricciones.

El proceso de desarrollo de soluciones se realiza actualmente de manera manual o con la ayuda de sistemas de diseño asistido CAD, es decir el profesional desarrolla diversos esbozos de soluciones posibles o viables dependiendo de los antecedentes y preferencias que el cliente pueda referir y es en base a estas preferencias que el profesional encargado del desarrollo del plano identifica las mejores soluciones basándose en su experiencia y los requerimientos expuestos. Sin embargo debido a que conocer todas las soluciones al problema de restricciones no es factible para un profesional de este rubro, se debe establecer un número de planos (soluciones); son estas soluciones las que el profesional ofrece a su cliente.

Actualmente el diseño de planos tiene un costo de cuatro dólares americanos (US\$ 4.00) por cada metro cuadrado diseñado y/o dibujado dentro del plano, un costo calculado para realizar o desarrollar en promedio tres (03) prototipos de solución y en base al prototipo seleccionado por el cliente (uno de estos tres diseños) se desarrollan los planos de arquitectura y demás planos requeridos para la obtención de la licencia de construcción e inicio del proyecto.

Se debe notar que los planos que recibe el cliente son las mejores alternativas seleccionadas por el profesional, quien por la experiencia identifica soluciones pero sin conocer todas las soluciones posibles o sin poder ofrecer un mayor número de soluciones a su cliente sin incurrir en mayores tiempos y costos.

El problema de distribución de espacios ha sido estudiado durante las últimas décadas considerando diferentes enfoques y objetivos, pero siempre bajo la restricción de un área rectangular (Raman et al. [2]). El proceso de encontrar un espacio de soluciones involucra modelar el problema y desarrollar la solución.

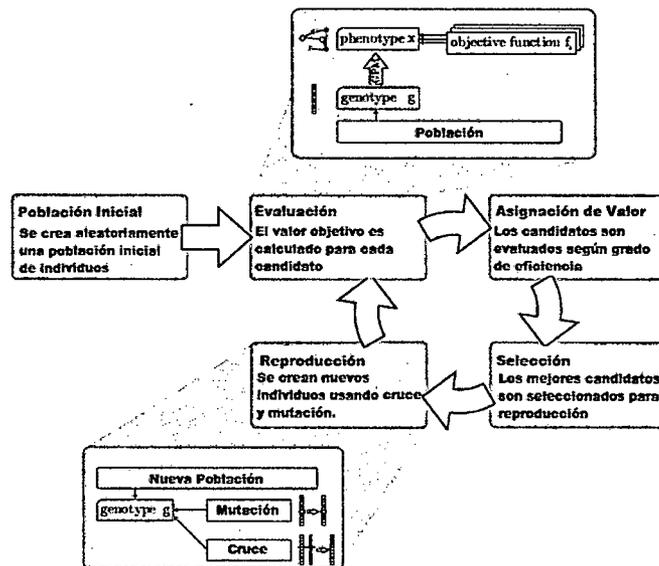
La propuesta del desarrollo de solución a través de Algoritmos Genéticos se debe a su capacidad de simplificar modelos complejos, asimismo se resalta que los algoritmos genéticos son un método ampliamente reconocido y popular de aproximación a soluciones (Wiese [4]).

Dentro del proceso de solución usando Algoritmos Genéticos se describe diferentes fases, tales como se muestra en la Figura 2, donde se pueden diferenciar:

- Población Inicial, consiste en un proceso aleatorio para la creación de una población inicial que representa una solución aleatoria no óptima.
- Evaluación, consiste en un proceso de obtener los valores o funciones de costo para cada uno de los individuos de tal forma que puedan ser diferenciados como mejores o peores.
- Asignación de Valor, consiste en un proceso basado en la función objetivo para indicar un grado de "salud" o eficiencia del individuo
- Selección, consiste en un proceso de separación de los individuos más aptos para continuar con el proceso de optimización

- Reproducción, consisten en completar la población con nuevos individuos los cuales son creados a partir los mejores candidatos del proceso anterior.

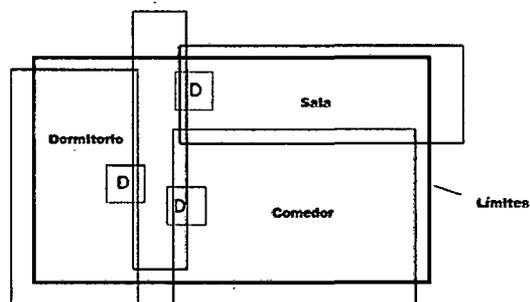
Figura 2- Ciclo Básico del Algoritmo Genético



Fuente: Global Optimization Algorithms. Figure 3.1

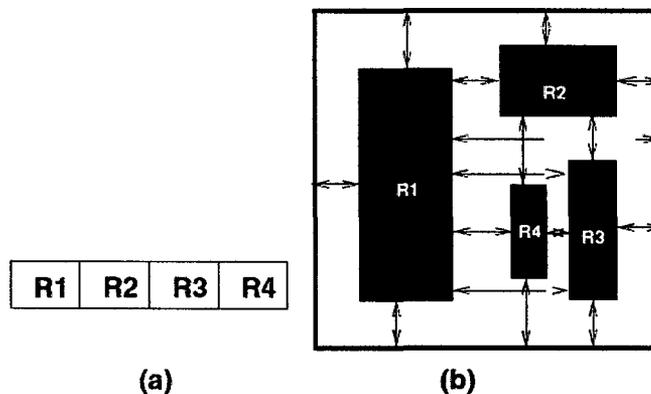
El problema que se plantea esta tesis corresponde a modelar un proceso de distribución de espacios, según se puede ver en la Figura 3.

Figura 3 - Distribución de Espacios



La Figura 4 muestra: a) la representación de un candidato a solución y b) el candidato de forma gráfica como solución, que corresponden al proceso de representación de la distribución para un individuo que formará parte de una población para búsqueda de soluciones mediante algoritmos genéticos.

Figura 4 - Representación de una Solución



Lo que busca el planteamiento de esta tesis es encontrar una herramienta que permita ofrecer un mayor número de soluciones (diferentes alternativas) al cliente sin incrementar los costos del profesional y al mismo tiempo mejorar los tiempos requeridos para encontrar soluciones óptimas al problema de distribución de espacios, debido a que el crecimiento del segmento de construcción al ser dinámico deberá adaptarse a las crecientes necesidades del mercado que se traducen en las necesidades los clientes.

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El problema de planos de arquitectura está vinculado al sector económico de construcción, sector que ha recibido gran atención debido al crecimiento constante que ha presentado durante los últimos años con una tasa de crecimiento en construcción y reparación de viviendas de 4.9% anual (INEI [6]) distribuido en los sectores urbano y rural, siendo el área rural el de mayor crecimiento tal como se puede observar en el Cuadro 1

Cuadro 1 - Tasa de Crecimiento de la Viviendas Particulares según Condición de Ocupación

Área	Condición de ocupación	Tipo de condición	Tasa de Crecimiento de las Viviendas particulares, según condición de ocupación
Urbana	Desocupada	Construcción o reparación	2.9
Rural	Desocupada	Construcción o reparación	10
Total	Desocupada	Construcción o reparación	4.9

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.
Elaboración : Propia

Como consecuencia del crecimiento en la construcción y reparación se presenta la necesidad de los profesionales de la construcción en proveer planos de arquitectura en forma oportuna, debido a que este tipo de plano forma parte de los requerimientos de planos como parte del proceso de obtención de licencias de construcción y/o remodelación (Vivienda [7]).

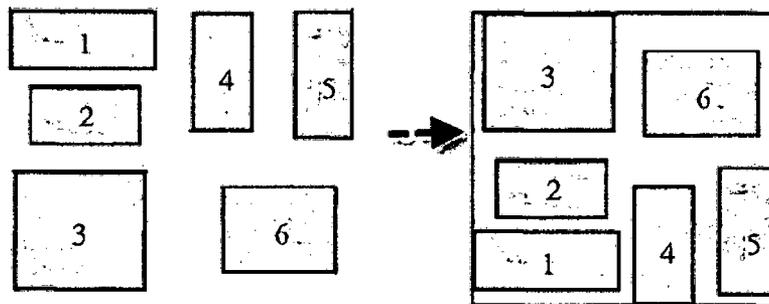
La individualidad de las personas (usuarios o clientes) influye directamente en los requerimientos para planos de arquitectura, asimismo el área o espacio disponible para la distribución, la cantidad de áreas a incluir en el plano y secuencia de ordenamiento de las áreas respecto a otras áreas. Estas necesidades de los clientes se deben complementar con las distribuciones funcionales de espacio que los arquitectos (profesionales de este campo) aconsejan a sus clientes.

1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se pretende abordar en esta tesis es: dado una región rectangular de dimensiones conocidas y un conjunto de áreas o ambientes que son ambientes de una vivienda, se deben posicionar estas áreas dentro de la región rectangular de tal forma que se logre encontrar una distribución de ambientes que permita al conjunto llegar a ser un espacio habitable (dadas ciertas restricciones) y como consecuencia encontrar un número mayor de soluciones, ver la Figura 5.

Figura 5 – Ambientes y Distribución



Fuente: Multi Objective Rectangular Packing Problem
Elaboración: Propia

Resolver este problema permitirá incrementar la productividad medida por el número de planos desarrollados por día para un especialista.

El problema del diseño de planos de arquitectura, modelado en esta tesis, se caracteriza por regiones rectangulares de dimensiones fijas que representan las áreas o ambientes que serán ubicadas dentro de un plano. Las áreas pueden ser posicionadas en una de dos orientaciones: 0° o 90° de orientación. Adicionalmente estas áreas tienen restricciones bidimensionales en sus posiciones relativas: llamémoslas distancias de acercamiento, orientación, restricción de no superposición. Las distancias acercamiento establecen las restricciones de cercanía de los lados de dos ambientes en el eje X o Y de tal forma que algunas distancias se prefieren respecto de otras. Las restricciones de distancia pueden ser usadas para modelar áreas libres o limpias.

Existen dos criterios (ver Sección 4.3) para medir la posición relativa de un área respecto de otra y son: proximidad y colindancia, donde proximidad de dos áreas es la longitud en el eje X o Y que separa las dos áreas; y colindancia de dos áreas es la longitud en el eje X o Y que es común para las dos áreas.

La restricción de orientación limita la posición relativa de un área respecto de otra área dentro del plano que puede ser Norte, Sur, Este u Oeste. Estas restricciones pueden ser usadas para evidenciar entradas o puertas. La restricción de no superposición es la restricción por defecto que evita que la posición de dos áreas presenten una región común. El objetivo es encontrar una solución de una distribución de todas las que minimicen la proximidad y maximicen la colindancia entre ambientes.

Por consiguiente el problema es la distribución de diferentes espacios (cocina, comedor, sala, etc.) dentro de un área o región previamente delimitada. La complejidad del problema es encontrar una o más soluciones para distribuir estas regiones considerando las particularidades de colindancia y proximidad entre las diferentes regiones, de tal forma que el resultado de ubicar las áreas permita que el espacio sea habitable y brinde el confort necesario. Más allá de ser un problema combinatorio el problema

es del tipo combinatorio con restricciones que cae dentro de los problemas tipo NP-Hard.

Los planos usados en esta investigación se tomaron de la Resolución Ministerial 092-2011-Vivienda [8], documentos que contiene: Módulo Tipo 1 de 35m² Frente 6m, Módulo Tipo 2 de 37 m² Frente 4m, Módulo Tipo 3 de 39 m² Frente 8m, Módulo Tipo 4 de 40 m² Frente 7m; estos planos corresponden a soluciones que serán contrastadas con las soluciones obtenidas en esta investigación.

1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO SUPERIOR

El objetivo superior de esta tesis es reducir el tiempo empleado para el desarrollo de planos de distribución y con esto reducir los costos tanto para el especialista que desarrolla los planos como para el cliente (quien requiere de estos diseños como parte de los requisitos para los permisos de construcción ante la autoridad municipal). El presente trabajo de investigación pretende servir como base para el desarrollo de la solución de todos los planos requeridos para los proyectos de construcción tales como: Planos de Arquitectura, Plano de Estructuras, Planos de Instalaciones Eléctricas, Planos de Instalaciones Sanitarias.

1.2.2. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de esta tesis es encontrar una herramienta que permita el desarrollo de planos de arquitectura optimizando el proceso de búsqueda de soluciones multiobjetivo.

1.2.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS

Los objetivos específicos de esta tesis son:

- ✓ Encontrar un procedimiento de codificación de soluciones para representar candidatos de solución.
- ✓ Encontrar los parámetros adecuados para optimizar el proceso de búsqueda de soluciones.
- ✓ Establecer los lineamientos para incorporar nuevas restricciones en el proceso de desarrollo de planos.

1.3. HIPÓTESIS

La hipótesis que se plantea en esta investigación es comprobar si el método propuesto, basado en el algoritmo genético (AG), es viable para encontrar soluciones con errores menores al 1% para las combinaciones de variables que optimizan el modelo solución dentro de esta investigación que corresponden a:

- N, Numero de Individuos de la población
- G, número de generaciones de iteración
- T: Tasa de Mutación

Se evaluarán estas variables para validar que la eficiencia de modelo es mayor el 95%, es decir con un error menor de 1%, para esta investigación la métrica "Error" se define como:

$$Error = \frac{\sum_{i=1}^n AreaFuera_i}{\sum_{i=1}^n Area_i},$$

Dónde:

$$AreaFuera_i =$$

Área del Ambiente i – ésimo fuera del Espacio Solución y

$$Area_i = \text{Área del Ambiente } i - \text{ésimo}$$

Se establece la siguiente hipótesis para comprobar las bondades del modelo solución:

$$H_0: \mu_{Grupo\ experimental} \leq 1\%$$

$$H_1: \mu_{Grupo\ experimental} > 1\%$$

Donde μ es la media poblacional correspondiente a los errores alcanzados en las mediciones.

La comprobación de la hipótesis se hará a través de una prueba de diferencias de medias T-Student:

$$t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}}, \text{ donde: } \bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \text{ y } S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}}$$

De la prueba se traduce que la evaluación correspondiente a una cola derecha dentro de la campana de distribución de valores, lo que se traduce en:

$$\mu_{\text{Grupo experimental}} \leq 1 + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} * \frac{S}{\sqrt{n}}$$

1.4. JUSTIFICACIÓN

- El problema de distribución de espacios es de naturaleza combinatoria y está catalogada como NP-Hard.
- En relación al área de aplicación la variante menos investigada con el problema de optimización es el de diseño.
- La creciente demanda del sector construcción requiere que las soluciones sean ofrecidas de manera rápida
- Los algoritmos de solución exacta, para solucionar el problema antes descrito, requieren de un alto tiempo computacional que excede los límites prácticos de desarrollo de un especialista.
- Existe la necesidad de desarrollar algoritmos que puedan ofrecer soluciones que aunque no sean matemáticamente optimas, si sean razonablemente de calidad ($\geq 99\%$ del óptimo) y que puedan obtenerse en un tiempo computacional práctico.

1.5. METODOLOGÍA

Considerando el objetivo de la investigación, la metodología adoptada fue la cualitativa, dado que se pretendió determinar el método para encontrar una solución haciendo uso de Algoritmos Genéticos. Por este motivo, el desarrollo de esta investigación se incluye dentro del proceso de Sistemas Expertos.

El diseño fue experimental, dado que se deseaba comprobar el desempeño del procedimiento, ante variaciones de sus parámetros. Para validar los resultados de la investigación se consideraron los planos de Techo Propio: Módulo Tipo 1 de 35m² Frente 6m, Módulo Tipo 2 de 37 m² Frente 4m, Módulo Tipo 3 de 39 m² Frente 8m, Módulo Tipo 4 de 40 m² Frente 7m.

La investigación se basó en los siguientes métodos:

1. Recopilación documental, se revisó un conjunto de investigaciones relacionadas en revistas y libros que permitió con mayor detalle los avances logrados a la fecha en este tipo de investigación
2. Experimentación, se realizó un conjunto de experimentos en un ambiente controlado para probar el desempeño del procedimiento propuesto
3. Entrevista, se visitó a una especialista en Arquitectura en la Ciudad de Lima, con quién se intercambiaron opiniones acerca de la investigación.
4. Desarrollo de Algoritmos, se desarrolló un conjunto de algoritmos usando el NetBeans IDE 5.5 bajo Java jdk 1.5, para soportar la funcionalidad requerida por la investigación.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1. ALCANCE

Durante el desarrollo de esta tesis se tomaron algunas decisiones que limitaron el alcance del estudio. Entre las principales tenemos:

1. Técnica de Solución, esta investigación se orienta a solucionar restricciones del tipo Techo Propio (Vivienda [8]) bajo las restricciones de superposición, colindancia y proximidad, el especialista puede usar otro tipo de restricciones para encontrar soluciones.
2. Base de Datos de Soluciones, se hace uso de las cuatro soluciones planteadas para el programa Techo Propio Resolución Ministerial 092-2011, existen otros planos correspondientes a resoluciones pasadas que no fueron usados en esta investigación.
3. Datos de Pruebas, cada plano de la Resolución Ministerial 092-2011, tiene identificada dentro de la leyenda del plano la cantidad áreas netas de cada ambiente que fueron usados como áreas de prueba para esta investigación
4. Experimentación, se efectuarán las pruebas del modelo, empleando posibles valores para: número de individuos, número de generaciones, número de cromosomas, y tasa de mutación. Una vez obtenidos los resultados de la experimentación, se identificará el conjunto de parámetros que genere el menor error de validación y de esta manera se obtendrá el modelo óptimo.
6. Resultados, esta investigación pretende encontrar distribuciones optimas entregando como resultado un conjunto

de ambientes con posiciones específicas que cumplan las restricciones establecidas.

1.6.2. LIMITACIONES

Se debe indicar que no se incluyen en el diseño las restricciones correspondientes a los planos de estructuras, agua, desagüe y electricidad, debido a que la investigación se centra en el plano de arquitectura tal como se especifica en el título de la investigación. Por tanto no se incluyen las restricciones correspondientes a estos planos.

Adicionalmente se debe indicar que el modelo se establece para viviendas unifamiliares del tipo Techo Propio (Vivienda [8]) y corresponden a la cantidad de áreas que se implementarán en la solución propuesta.

2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

El estudio de los problemas de optimización combinatoria ha sido uno de los más desarrollados en los últimos años (Coello et al. [9]). Un problema de optimización multiobjetivo difiere de una optimización de objetivo simple o único porque este tiene muchos objetivos que requieren optimización. Cuando abordamos un problema de objetivo único la mejor solución es el fin del procedimiento. Pero para problemas multiobjetivo donde algunos objetivos pueden entrar en conflicto, usualmente no se tiene una solución óptima única. Por lo tanto un decisor en seleccionar soluciones deberá seleccionarla dentro de un conjunto finito. Una solución óptima deberá proporcionar un desempeño óptimo en todos los objetivos.

La ingeniería de diseño es un trabajo multidisciplinario que busca soluciones a problemas multiobjetivo bajo ciertas restricciones. Estos objetivos y restricciones son en su mayoría no lineales y computacionalmente costosos para evaluar. Los algoritmos estocásticos tales como los algoritmos evolutivos son ideales para resolver este tipo de problemas dado que son de orden cero, las estrategias de optimización basadas en poblaciones pueden encontrar el conjunto no dominado en sólo una ejecución (Tapabrata [10])

El potencial de algoritmos evolutivos para resolver problemas de optimización multiobjetivo fue iniciado en la década de los 60s por Rosenberg¹ (Coello et al. [9]), sin embargo la primera implementación real

¹ La tesis doctoral de Rosenberg en 1967 indicó la posibilidad de usar algoritmos genéticos en resolver problemas de optimización multiobjetivo.

de un algoritmo evolutivo multiobjetivo fue a mediados de los 80s por Shaffer².

2.2. PROCEDIMIENTO ACTUAL DE DISEÑO DE PLANOS

Actualmente el profesional de arquitectura o especialista, para iniciar el proceso de desarrollo del plano de distribución visita el terreno o inmueble que demarcará la restricción principal del diseño. Seguidamente identifica las siguientes características:

1. Longitud y Ancho del terreno
2. Verificación de Construcciones alrededor del predio.
3. Parámetros Urbanísticos (provisto por la municipalidad a la cual pertenece el predio)
4. Encuesta sobre la finalidad del diseño: Vivienda, Comercio, Vivienda-Comercio, Unifamiliar o Multifamiliar.
5. Número de ambientes solicitados por el dueño o propietario

Seguidamente para iniciar el proceso de desarrollo del plano establece los ambientes (Retiro, Cochera, Sala, Comedor, Baño Visita, Cocina, Dormitorio Principal, Cuarto de Servicio, Lavandería, Áreas Libres, etc.) que se incluirán. Luego ayudado con un software CAD dibuja cada uno de los ambientes dentro del terreno a fin de obtener una distribución funcional, es decir dentro de los parámetros de colindancia y proximidad entre ambientes que conoce por su experiencia.

El proceso de desarrollo de planos se realiza repetidamente hasta obtener la cantidad de planos de distribución ofrecidos al usuario, es decir desarrolla diferentes alternativas de solución al problema de distribución de espacios.

² La tesis doctoral de Schaffer en 1984 presenta el primer intento real de extender un algoritmo evolutivo a un problema multiobjetivo.

2.3. LA NATURALEZA COMBINATORIA DEL PROBLEMA.

Una de las características principales del problema de diseño de planos es su naturaleza combinatoria. La teoría combinatoria indica que $S_1(n)$ la cantidad de maneras de arreglar n elementos, está dada por $S_1(n) = n!$ donde n para este caso es la cantidad de ambientes a ordenar; en caso que la ordenación sea lineal. Para el proceso de soluciones combinatorias de problemas rectangulares para el problema que presenta esta investigación, la cantidad de combinaciones está dada por $S_2(n) = n! \times n! \times 2^n$ (Coello et al. [9]) lo que hace extensivo en tiempo y recursos el cálculo computacional de probar todas las posibles soluciones.

Basándose en las fórmulas S_1 y S_2 para un problema de distribución de ocho (8) ambientes puede calcularse por los siguientes valores: $S_1(8) = 8!$ y $S_2(8) = 8! \times 8! \times 2^8$, esto da como resultado que para S_2 un valor de más de cuatrocientos mil millones de formas de distribuir ocho ambientes tal como se puede ver en el Cuadro 2. Para una vivienda del tipo Techo Propio la cantidad de ambientes varía entre 4 y 8 ambientes (Vivienda [8]) lo que comprueba que la dificultad para encontrar soluciones y evaluarlas es exponencialmente proporcional al número de ambientes a distribuir.

Cuadro 2 - Expansión del Número de Soluciones

Número Ambientes	Combinaciones S1	Combinaciones S2
1	1	2
2	2	16
3	6	288
4	24	9216
5	120	460800
6	720	33177600
7	5040	3251404800
8	40320	416179814400

Fuente: Elaboración Propia

2.4. LA BÚSQUEDA EN EL ESPACIO DE SOLUCIONES.

Por definición, el problema de distribución de espacios es la asignación simple de N ambientes a M espacios dentro de un área plana. Si no hay restricciones especiales para los espacios para ambientes específicos o ubicaciones relativas de un subconjunto de espacios, cada permutación de N espacios es una posible solución del problema de distribución.

La distribución de espacios también corresponde al problema Rectangular de Espacio con Múltiples Objetivos (Multi-Objective Rectangular Packing Problem RP) (Watanabe et al. [11]). RP es conocido por ser un problema de optimización combinatoria discreta que emerge de problemas reales tales como desarrollo de planos de planta entre otros.

Por muchas décadas, se han realizado investigaciones al respecto. Se puede distinguir entre dos tipos de problemas de formulación:

1. Asignar un número finito de ambientes rectangulares N de dimensiones definidas dentro de un área A , bajo la restricción de no superponerse, y usando la menor cantidad de área dentro de A donde $A > \sum_{i=1}^N A(i)$, ó
2. Ubicar ambientes con un área dada es un espacio plano, dividiendo el área disponible repetidamente y ubicando departamentos de tal forma que se logre minimizar la función costo de desplazamiento y no superposición.

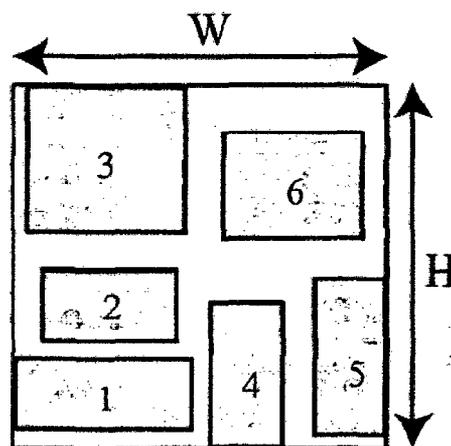
El primer tipo produce la formulación del problema Cuadrático de Asignación (QAP) mientras que la segunda formulación produce programación no lineal o programación entera. Tales técnicas de programación para resolver el problema de distribución han llevado al problema de optimización combinatoria discreta conocido como problema NP-Duro (NP-Hard) que se caracteriza por el rápido y complejo crecimiento computacional en función del número de ambientes. Debido a esto muchos algoritmos para tratar este tipo de problemas buscan encontrar buenas soluciones basadas en métodos

heurísticos en vez de encontrar la solución óptima global. Un ejemplo de este tipo de problema se muestra en la Figura 6.

Debido al costo computacional y calidad de solución, las investigaciones han sustituido las técnicas de programación convencionales por técnicas basadas en inteligencia artificial y búsquedas heurísticas.

Los algoritmos genéticos fueron desarrollados para resolver este tipo optimización de funciones objetivos y multiobjetivo de tal forma que se pueda llegar a establecer un equilibrio entre todos los objetivos.

Figura 6 - Representación de una problema



Fuente: Multi Objective Rectangular Packing Problem
Elaboración: S. Watanabe and T. Hiroyasu

2.5. EFICIENCIA EN EL SENTIDO DE PARETO

Un criterio útil para saber si el algoritmo evolutivo ha encontrado una solución óptima, es la eficiencia en el sentido de Pareto o eficiencia económica. De tal forma que se enuncia en la definición (Varian [12]): si podemos encontrar la forma de mejorar el bienestar de alguna persona sin empeorar el de ninguna otra, tenemos una mejora en el sentido de Pareto. Si una asignación puede ser mejorable en el sentido de Pareto, esta asignación

se denomina ineficiente en el sentido de Pareto; si no puede ser mejorable en el sentido de Pareto, esta definición se denomina eficiente en el sentido de Pareto u Óptimo de Pareto.

Una asignación eficiente en el sentido de Pareto para el caso de optimización multiobjetivo tiene una característica negativa: es posible mejorar el grado performance de uno de los objetivos sin empeorar el de los otros. Esta asignación quizá tenga rasgos positivos, pero el hecho de que sea ineficiente en el sentido de Pareto es, desde luego, una característica que juega en su contra. Si existe otra forma de mejorar el performance de uno de los objetivos sin empeorar el de los otros, debe ser hallada y utilizada.

Se dice que la eficiencia en el sentido de Pareto es en sí misma un objetivo deseable, pero normalmente hay muchas asignaciones ineficientes en el sentido de Pareto.

Para lograr tener un conocimiento común de los conceptos que se presentan en este trabajo de investigación se debe tener en cuenta las siguientes definiciones (Coello et al. [9]) adoptadas para optimización de objetivo único y multiobjetivo:

2.5.1. MÍNIMO GLOBAL

Dada una función $f : \Omega \subseteq S = \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}, \Omega \neq \emptyset$, para $\vec{x} \in \Omega$ el valor de $f^* \triangleq f(\vec{x}^*) > -\infty$ es llamada un mínimo global si y solo si:

$$\forall \vec{x} \in \Omega : f(\vec{x}^*) \leq f(\vec{x})$$

Entonces, \vec{x}^* es la solución mínima global (s), f es la función objetivo, y el conjunto Ω es la región factible ($\Omega \subset S$). El problema de determinar la solución mínima global (s) es llamado problema de optimización global.

Aunque los problemas de objetivo único tienen por lo general una única solución óptima, los problemas multiobjetivo MOP presentan una posibilidad de incontables soluciones, las cuales cuando son evaluadas, producen vectores cuyos componentes representan equilibrios en el espacio objetivo. Una persona que toma la decisión por lo tanto debe escoger una solución (o muchas) aceptable seleccionando uno o más de esos vectores.

2.5.2. MULTIOBJETIVO GENERAL

En general, un problema multiobjetivo (MOP) minimiza $F(\vec{x}) = (f_1(\vec{x}), \dots, f_k(\vec{x}))$ sujeto a $g_i(\vec{x}) \leq 0, i = 1, \dots, m, \vec{x} \in \Omega$. Una solución multiobjetivo minimiza los componentes del vector $F(\vec{x})$ donde \vec{x} es un vector variable n-dimensional ($\vec{x} = x_1, \dots, x_n$) de un universo Ω .

2.5.3. DOMINACIÓN EN EL SENTIDO DE PARETO

Un vector $\vec{u} = (u_1, \dots, u_k)$ se dice que domina a $\vec{v} = (v_1, \dots, v_k)$ (denotado por $\vec{u} \preceq \vec{v}$) si y solo si u es parcialmente menor que v , por ejemplo $\forall i \in \{1, \dots, k\}, u_i \leq v_i \wedge \exists i \in \{1, \dots, k\} : u_i < v_i$

2.5.4. ÓPTIMO DE PARETO

Una solución $x \in \Omega$ se dice óptima de Pareto con respecto a Ω si y solo no existe $x' \in \Omega$ para el cual $\vec{v} = F(x') = (f_1(x'), \dots, f_k(x'))$ domina $\vec{u} = F(x) = (f_1(x), \dots, f_k(x))$. La frase óptimo de Pareto se debe entender con respecto al espacio de decisión a menos que se indique otra restricción.

2.5.5. CONJUNTO ÓPTIMO DE PARETO

Dado un problema multiobjetivo MOP $F(x)$, el conjunto óptimo de Pareto (P^*) se define como:

$$P^* := \{x \in \Omega \mid \neg \exists x' \in \Omega \ F(x') \leq F(x)\}$$

2.5.6. FRONTERA DE PARETO

Dado un problema multiobjetivo MOP $F(x)$ y un conjunto óptimo de Pareto (P^*) , la frontera de Pareto (PF^*) se define como:

$$PF^* := \{\bar{u} = F(x) = (f_1(x), \dots, f_k(x)) \mid x \in P^*\}$$

Las soluciones óptimas en el sentido de Pareto son aquellas dentro del espacio de búsqueda cuyo vector objetivo no puede ser mejorado simultáneamente. Estas soluciones son también conocidas como no-inferiores, admisibles o soluciones eficientes, donde este conjunto se representa por P^* . Sus vectores son conocidas como no dominadas; estas soluciones son clasificadas según la expresión usada para su representación. La representación de este tipo de vectores cuando se sitúan en el espacio de búsqueda es conocida como la Frontera de Pareto.

2.6. EQUILIBRIO DE NASH

Se presenta un equilibrio de Nash cuando no existe una estrategia dominante (solución dominante) pero existe una solución óptima para una estrategia considerando fija la solución de otra estrategia. Es decir cuando el resultado de una de las funciones de optimización de un problema multiobjetivo tiene un óptimo dado las otras funciones, y las otras funciones

de optimización tienen un óptimo dada la primera; el problema que tiene este tipo de equilibrios es que no conduce necesariamente a situaciones eficientes en el sentido de Pareto (Varian [12]).

2.7. ALGORITMOS GENÉTICOS

Algoritmos genéticos es una técnica de optimización combinatoria estocástica que simula los principios de la evolución natural para resolver problemas de optimización de alta complejidad. Un grupo de puntos inicializados aleatoriamente para el espacio de búsqueda es usado para hallar el ámbito del problema. Cada individuo encapsula los parámetros (genes) del problema como cadenas de bits, vectores o gráficos. Cada gen representa unos de los parámetros a ser optimizado. La población evoluciona siguiendo el principio de supervivencia del más fuerte de la Teoría de Evolución de Darwin. Los individuos son seleccionados acorde a su calidad (la cual es medida de acuerdo a una función objetivo) para producir nuevos individuos y propagar su información genética a la siguiente generación. Cada nuevo individuo ha seguido una serie de operaciones (tales como selección, mutación y cruzamiento) de tal forma que se asegure la diversidad de la población para evitar que la solución converja a una solución óptima local.

El proceso iterativo de selección y combinación de los mejores individuos se realiza para crear mejores individuos hasta que una solución es encontrada o algún criterio de parada es encontrado.

La ventaja principal de usar algoritmos genéticos es que sólo se necesita una función objetivo sin un conocimiento específico del espacio del problema. Sin embargo el desafío recae en encontrar una representación apropiada del problema que resulte en una implementación eficiente y exitosa.

Los Algoritmos Genéticos secuenciales ha sido exitoso en varios dominios. Sin embargo los Algoritmos Genéticos Paralelos (PGA) brindan mejoras sobre los algoritmos genéticos secuenciales cuando estos últimos se encuentran en regiones de solución sub-óptimas y no son capaces de encontrar buenas soluciones. Adicionalmente PGAs son útiles cuando la población es grande y la función de evaluación consume muchos recursos. Sin embargo, la ventaja más importante es que en muchos casos los PGAs proveen un mejor rendimiento que los algoritmos simples. La razón es que múltiples poblaciones permiten la especialización, un proceso por el cual diferentes poblaciones evolucionan en diferentes direcciones hacia diferentes óptimos.

Durante la optimización, el tamaño de la población es muy crítico; si es muy pequeña, el algoritmo genético podría converger prematuramente sin haber recorrido el espacio de soluciones. De otra forma, si la población es muy grande será costoso en términos de tiempo de procesamiento y esfuerzo. Los factores importantes para determinar el tamaño de la población son el número de parámetros involucrados en el proceso de optimización y la longitud del cromosoma. La longitud del cromosoma no depende solamente del número de parámetros sino también de la precisión y rango de valores a ser cubiertos por cada uno de estos parámetros. Esto establece una correlación entre el espacio de búsqueda, la longitud del cromosoma y el tamaño de la población. Con esto se muestra que para mejorar el performance de un GA sin limitar sus bondades, un GA paralelo y dinámico es necesario.

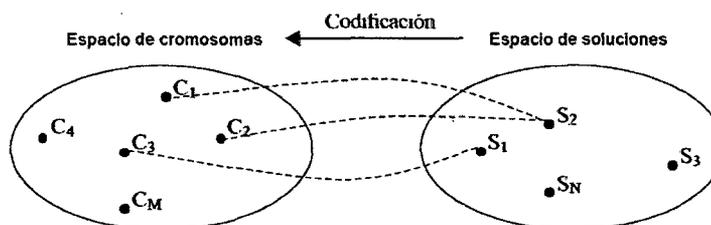
La principal motivación para usar este tipo de algoritmos evolutivos es que trabajan simultáneamente con un conjunto de posibles soluciones (comúnmente llamada población) las cuales permiten encontrar muchos elementos del conjunto óptimo de Pareto en una sola iteración (Coello et al. [9]). Adicionalmente, los algoritmos evolutivos son menos susceptibles a la forma o continuidad de la frontera de Pareto.

3. CAPÍTULO III ALGORITMOS GENÉTICOS

3.1. DESARROLLO

Los algoritmos genéticos fueron desarrollados por Jhon Holland, junto a su equipo de investigación, en la universidad de Michigan en la década de 1970. Estos combinan las nociones de supervivencia del más apto con un intercambio estructurado y aleatorio de características entre individuos de una población de posibles soluciones, conformando un algoritmo de búsqueda que pueda aplicarse para resolver problemas de optimización en diversos campos. Imitando la mecánica de la evolución biológica de posibles soluciones al problema. Cada elemento de la población se denomina "cromosoma". Un cromosoma es el representante, dentro del algoritmo genético, de una posible solución al problema. La forma en que los cromosomas codifican a la solución se denomina "Representación", ver la Figura 7.

Figura 7 - Representación de una Solución



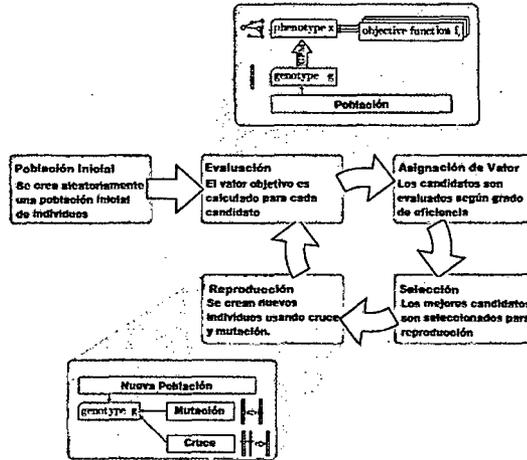
Fuente: Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización de Documentos. Figura 2.12

El algoritmo genético va creando nuevas "generaciones" de esta población, cuyos individuos son cada vez mejores soluciones al problema. La creación de una nueva generación de individuos se

produce aplicando a la generación anterior operadores genéticos, adaptados de la genética natural. La figura representa el esquema de funcionamiento del algoritmo genético. El proceso comienza seleccionando un número de cromosomas para que conformen la población inicial. A continuación se evalúa la función de aptitud para estos individuos. La función de aptitud da una medida de la fortaleza del cromosoma para sobrevivir en su entorno. Debe estar definida de tal forma que los cromosomas que representen mejores soluciones tengan valores más altos de adaptación.

Los individuos más aptos se seleccionan en parejas para reproducirse. La reproducción genera nuevos cromosomas que combinan características de ambos padres. Estos nuevos cromosomas reemplazan a los individuos con menores valores de adaptación. A continuación, algunos cromosomas son seleccionados al azar para ser mutados. La mutación consiste en aplicar un cambio aleatorio en su estructura. Luego, los nuevos cromosomas deben incorporarse a la población; estos cromosomas deben reemplazar a cromosomas ya existentes. Existen diferentes criterios que pueden utilizarse para elegir a los cromosomas que serán reemplazados. El ciclo de selección, reproducción y mutación se repite hasta que se cumple el criterio de terminación del algoritmo, momento en el cual el cromosoma mejor adaptado se devuelve como solución tal como se muestra en la Figura 8.

Figura 8 – Ciclo Básico del Algoritmo Genético

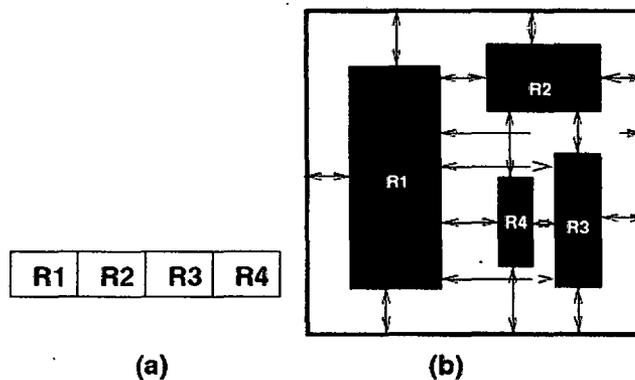


Fuente: Global Optimization Algorithms. Figure 3.1

3.2. REPRESENTACIÓN

El esquema de representación es el que define de qué forma se corresponden los cromosomas con las soluciones del problema. Para diseñar el esquema de representación, se buscan los parámetros que identifican a las soluciones, y luego se codifican estos parámetros dentro del cromosoma.

Figura 9 – Representación Cromosómica



Fuente: International Journal of Computational Intelligence and Applications. Vol. 4, No 4 (2004) 375-400. Figure1

La Figura 9 muestra un posible esquema de representación para un problema que tiene como soluciones una distribución de espacios. Los parámetros que identifican a cada solución son cuatro y estos se codifican en el individuo para almacenar la información correspondiente a cada ambiente a distribuir (posición en el plano cartesiano, largo, ancho, etc.).

El esquema de representación debería ser tal que exista al menos una posible codificación para cada una de las soluciones posibles. Las soluciones que no estén dentro del espacio de cromosomas no serán exploradas por algoritmo genético. En el ejemplo de la Figura 9, el algoritmo genético no explorará soluciones que se compongan de más de cuatro áreas o regiones. Por el mismo motivo (por que la búsqueda se hace sobre el espacio cromosomas), es deseable que no exista redundancia en la representación; que cada solución sea representada por sólo un individuo. Si existen k individuos por cada solución, el espacio de búsqueda sobre el que opera el algoritmo genético es k veces más grande que el espacio de soluciones, haciendo más lento el proceso de evolución. La representación de la Figura 9 no tiene redundancia, cada solución es presentada por un cromosoma. Otro problema que puede presentarse es que existan individuos que no representen ninguna solución, en el ejemplo de la Figura 9 si cada cromosoma tiene valores cero en la información que representa entonces se puede indicar que no representa una solución válida. En caso de que la representación lo permita, los operadores del algoritmo genético deben adaptarse para tratar con este tipo de cromosomas.

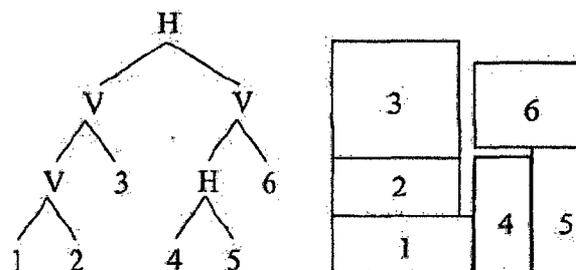
La codificación puede ser de forma "binaria" donde cada cromosoma del individuo contiene un bit, esta es la representación clásica propuesta por los primeros autores que todavía es utilizada ampliamente. Sin embargo, hay problemas para los cuales esta representación no es la más conveniente. El funcionamiento de los algoritmos genéticos está basado en lo que se denomina la "hipótesis de los bloques constructores". Esta

hipótesis requiere que los individuos se compongan por cromosomas (bloques) significativos que codifiquen las características de la solución lo más independientemente posible.

La representación espacial de la distribución de ambientes puede indicar de forma absoluta o relativa (Watanabe et al. [11]). La representación absoluta no puede garantizar la no superposición debido a que en este método se indican las posiciones fijas dentro de un plano coordenado, por consiguiente para evitar la superposición es necesario incluir penalidades en la función objetivo que como consecuencia se conoce puede hacer que el modelo colapse o no encuentre una buena solución, dependiendo si la penalidad es muy baja o muy alta respectivamente. Por su parte, la representación relativa es una representación topológica de presenta la solución de manera relativa o también llamado modelo de tajadas; este modelo asume que la solución se puede representar mediante un conjunto de tajadas que recursivamente cortan el plano tanto horizontalmente como verticalmente (ver Figura 10).

Sin embargo si la solución no tiene la forma de tajadas, entonces esta representación no puede encontrar la solución óptima.

Figura 10 – Estructura de Tajadas



Fuente: Multi-Objective Rectangular Packing Problem.

La codificación que se usa como modelo de solución para esta investigación es Par Secuenciado sugerido por Murata et al y la grilla

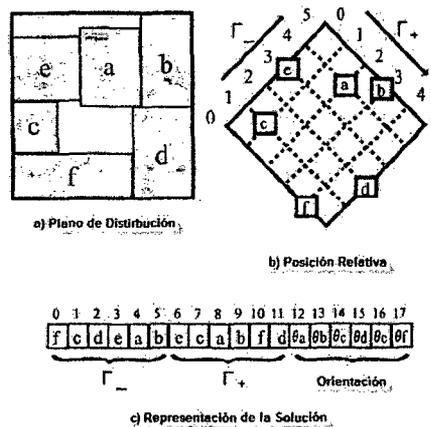
delimitada (bounded-sliceline grid BSG) propuesta por Nakatake et al. El Par Secuenciado permite la representación de las relaciones “izquierda-derecha” y “arriba-abajo” entre bloques usando dos secuencias de bloques, mientras que BSG puede definir la relación ortogonal entre bloques independientemente de las dimensiones físicas.

Estos métodos son particularmente útiles para algoritmos estocásticos como es el caso de Algoritmos Genéticos (Watanabe et al. [11]).

3.2.1. PAR SECUENCIADO

El par secuenciado es usado para representar soluciones al problema rectangular de distribución. Cada bloque tiene el par secuenciado (Γ_-, Γ_+) . En la Figura 11, se muestra un ejemplo de par secuenciado.

Figura 11 – Representación de Par Secuenciado



Fuente: Multi-Objective Rectangular Packing Problem

Para expresar la posición relativa los bloques o espacios se define una región de pares secuenciado. Esta región contiene dos ejes Γ_- y Γ_+ . Estos ejes no están ubicados perpendicularmente ni horizontalmente girados 45° . La posición relativa de dos bloques es definida comparando el par secuenciado de dos bloques. Si se tiene los bloques A y B con los siguientes pares secuenciados (x_{a-}, y_{a+}) y (x_{b-}, y_{b+}) respectivamente. En

este caso la relación entre las posiciones de los bloques se establece de la siguiente manera:

Cuando $x_{a-} < x_{b-}$ y $y_{a+} < y_{b+}$, A está a la izquierda de B

Cuando $x_{a-} > x_{b-}$ y $y_{a+} > y_{b+}$, A está a la derecha de B

Cuando $x_{a-} < x_{b-}$ y $y_{a+} > y_{b+}$, A está debajo de B

Cuando $x_{a-} > x_{b-}$ y $y_{a+} < y_{b+}$, A está arriba de B

Adicionalmente al par secuenciado, cada bloque tiene un valor de orientación Θ . Este valor indica la dirección del bloque.

3.3. GENERACIÓN DE LA POBLACIÓN INICIAL

La población inicial es la principal fuente (luego se verá que el operador de mutación también trabajo sobre este punto) de material genético para el algoritmo genético. La población inicial debe contener cromosomas que estén bien dispersos por el espacio de soluciones. La manera más simple de cumplir con este objetivo es elegir cromosomas al azar. El uso de una heurística puede ayudar a generar una población inicial compuesta de soluciones de mediana calidad, ahorrando tiempo al proceso de evolución, siempre y cuando se garantice una dispersión suficiente para la búsqueda.

3.4. FUNCIÓN DE ADAPTACIÓN

La función de adaptación cuantifica la aptitud de cada individuo como solución al problema, y determina su probabilidad de ser seleccionado para la fase de reproducción y poder pasar parte de su material genético a la siguiente generación. La función de adaptación provee la presión que obliga a evolucionar la población hacia individuos más aptos, por lo que una buena definición de esta función es fundamental para un correcto

funcionamiento del algoritmo. La función debe asignar el valor más alto al cromosoma que representa la solución óptima al problema. Soluciones cercanas a la óptima deben obtener valores altos, y la función debe ir decreciendo a medida que los individuos representan soluciones cada vez más alejadas de la óptima. Como el proceso de evolución tiende a retener el material genético de los individuos con valores de aptitud altos, una elección apropiada de la función de adaptación resultará en mayores probabilidades de retener características de soluciones cercanas a la óptima.

Otro punto a tener en cuenta en el diseño de la función de adaptación es la escala. Cuando la aptitud de los elementos de la población es variada (por ejemplo al inicio del proceso de evolución), es común que la población contenga unos pocos individuos cercanos al óptimo, rodeados de individuos que representan soluciones mediocres. Los individuos más aptos obtendrán valores exageradamente superiores al promedio para la función de adaptación, y el algoritmo genético elegirá solamente a estos individuos para la reproducción. Esto puede ocasionar lo que se denomina convergencia prematura, que no es más que el algoritmo genético encuentra una solución sin haber explorado suficiente el espacio de búsqueda.

Sin embargo, a medida que la aptitud promedio va subiendo, el problema será diferente. La diferencia irá decreciendo, y los individuos más aptos obtendrán valores de adaptación similares al de los demás individuos, reduciendo la probabilidad de que el algoritmo genético seleccione a los mejores individuos para la reproducción.

3.5. POBLACIÓN INICIAL

La población inicial es la principal fuente (luego se verá que el operador de mutación también trabaja sobre este punto) de material genético para

el algoritmo genético. La población inicial debe contener individuos que estén bien dispersos por el espacio de soluciones. La manera más simple de cumplir este objetivo es elegir cromosomas al azar. Los cromosomas en la población inicial son generados aleatoriamente aplicando una secuencia de operaciones consecutiva.

3.6. SELECCIÓN

La selección de los individuos que van a reproducirse se realiza mediante un operador de selección o aptitud. El operador de selección hace la elección basándose en los valores de adaptación de los individuos. Existen distintos operadores de selección que pueden utilizarse, de los cuales se describen los más comunes.

3.6.1. SELECCIÓN BASADA EN EL RANKING

En el operador de selección basado en el ranking, los individuos se ordenan de acuerdo a sus resultados de la función de adaptación. Luego, se seleccionan para la reproducción a los primeros m (la cantidad necesaria) individuos. Como las probabilidades para ser elegido de cada individuo dependen, solamente, de su posición relativa respecto a los demás y no del valor absoluto de aptitud, este operador no requiere que se apliquen las técnicas de escala de función de adaptación.

3.6.2. SELECCIÓN POR RULETA

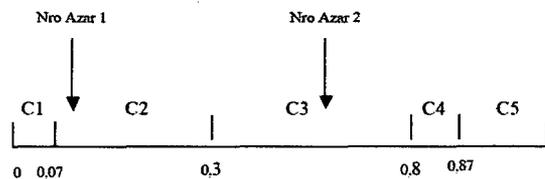
El operador de selección por ruleta es uno de los más simples. Los individuos se colocan en segmentos continuos sobre una línea, de forma tal que el segmento para cada individuo sea de tamaño proporcional a su valor de aptitud, y que la suma de las longitudes de los segmentos sea igual a uno (1). Se genera un número al azar entre

0 y 1, el individuo cuyo segmento comprende el número generado es seleccionado para la reproducción; el procedimiento se repite hasta que se obtiene el número deseado de individuos. Esta técnica es análoga a una rueda de ruleta en la que a cada individuo se le asigna una parte de tamaño proporcional a su valor de aptitud.

La Figura 12 ejemplifica el funcionamiento de este operador. El tamaño del segmento asignado a cada individuo (y por lo tanto su probabilidad de ser seleccionado para reproducirse) es proporcional a su aptitud.

Figura 12 – Selección por Ruleta

Cromosoma	C1	C2	C3	C4	C5	Totales
Aptitud	2,8	10	22,5	3,1	6	44,4
Porcentaje	0,07	0,23	0,5	0,07	0,13	1



Fuente: Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documento

El operador de selección por ruleta puede requerir la aplicación de una función de escala sobre la función de adaptación, ya que los segmentos son dimensionados en función del valor absoluto de aptitud de cada individuo.

3.6.3. SELECCIÓN POR TORNEO

Los dos operadores de selección descritos anteriormente no permiten regular la presión selectiva. El operador de selección basado en el ranking siempre seleccionará a los mejores individuos de la población.

La selección por ruleta, si no se aplica ninguna función de escala, aplica una presión selectiva muy alta cuando las aptitudes de los individuos son variadas, y muy baja cuando las aptitudes son similares. El operador de selección por torneo permite controlar en forma efectiva la presión selectiva del algoritmo genético, siendo a la vez de fácil implementación. El operador de selección por ruleta es uno de los más simples. En este esquema se toman T individuos al azar de la población (donde T es el tamaño del torneo, habitualmente 2 o 3 individuos), de los cuales se selecciona para la fase de reproducción, con probabilidad p (generalmente entre 0,7 y 0,8), aquel que tenga el mayor valor de la función de adaptación.

Los parámetros T y p permiten regular la presión selectiva. Cuanto más grandes son los valores de T y p , mayor es la presión selectiva. En el caso extremo de que p sea igual a 1 y T igual al tamaño de la población, el algoritmo genético solamente seleccionará al mejor individuo de la población. En el otro extremo si T es igual a 1, se logra la presión selectiva más baja (los individuos se seleccionan al azar). Manteniendo estos parámetros constantes, se logra una presión selectiva que es independiente de los valores absolutos de aptitud de la población, y sin requerir la aplicación de funciones de escala sobre la función de adaptación.

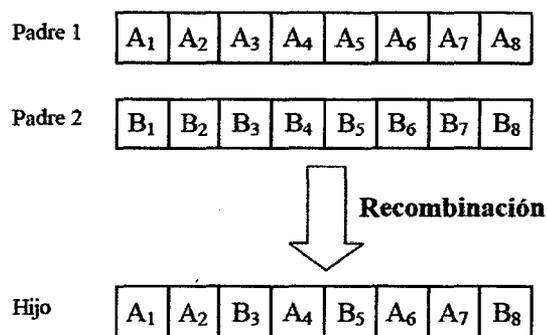
3.7. REPRODUCCIÓN

La fase de reproducción se implementa por medio de un operador de reproducción. El operador de reproducción es el encargado de transferir el material genético de una generación a la siguiente. Es este operador el que confiere a la búsqueda de soluciones mediante algoritmos genéticos su característica más distintiva. A diferencia de otros métodos de optimización, los algoritmos genéticos no solamente exploran el vecindario de las buenas soluciones, sino que recombinan sus partes para formar nuevas soluciones. Se ha hecho notar que el descubrimiento

de nuevas teorías combinando nociones ya conocidas es un mecanismo que el hombre ha utilizado constantemente a lo largo de la evolución de la ciencia.

El objetivo de los operadores de reproducción es, partiendo de dos individuos padres, generar uno o más individuos hijos que heredan características de ambos padres, como se muestra en la Figura 13. Se dice que en el hijo se “recombinan” las características de los padres. Si las características se pasan en bloques significativos, se espera que un hijo que combina características de buenas soluciones sea una buena solución o tal vez mejor que cualquiera de sus padres.

Figura 13 – Reproducción y herencia



Fuente: Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documento

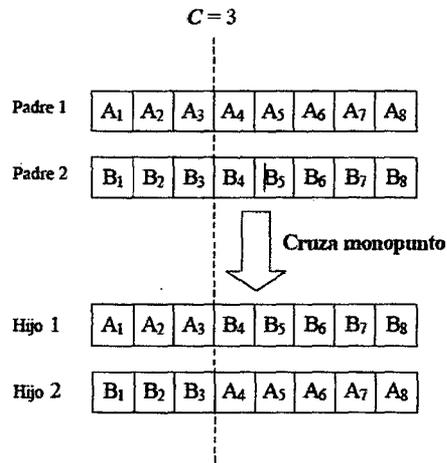
Los operadores de reproducción más típicos generan dos hijos a partir de dos padres. A continuación se describen los más utilizados.

3.7.1. CRUCE MONOPUNTO

Este operador consiste en separar a los padres en dos partes para formar dos hijos intercambiando las partes de cada padre. Si los individuos se componen de N bloques, se elige un número al azar c , tal que $1 \leq c < N$, y luego se asigna al primer hijo los primeros c bloques del primer padre y los últimos $N - c$ bloques del segundo padre. Se

procede en forma inversa para formar al segundo hijo. La Figura 14 muestra un ejemplo de la aplicación de éste operador.

Figura 14 – Cruce Monopunto

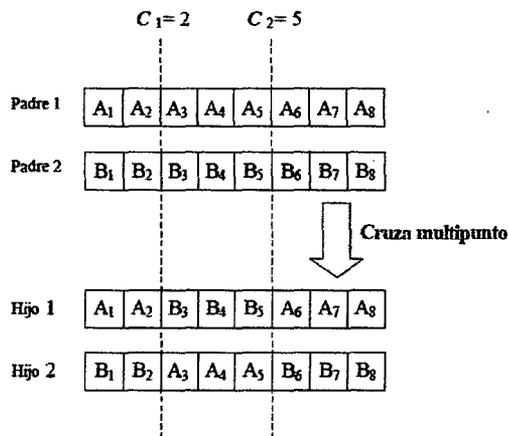


Fuente: Algoritmos Genéticos Aplicados a la
Categorización Automática de Documento

3.7.2. CRUCE MULTIPUNTO

Es evidente que para el operador de cruce monopunto, el primer y último bloque de uno de los padres no pueden pasar junto al hijo en ningún caso. El operador de cruce multipunto avanza un paso más, quitando esta restricción. En la cruce multipunto, se eligen M puntos de corte al azar, y las secciones de cada padre se pasan a los hijos en forma alternada. La Figura 15 ejemplifica este procedimiento, para el caso en que M es igual a 2.

Figura 15 – Cruce Multipunto



Fuente: Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documento

3.7.3. CRUCE UNIFORME

Si bien el cruce multipunto es más flexible que el monopunto, tiene algunos inconvenientes. En primer lugar valores impares de M impiden que el primer y último bloque de los padres pasen juntos a los hijos, y para valores impares obliga a que sea así. En segundo lugar, los bloques consecutivos tienen más posibilidades de pasar juntos que los que se encuentran más distanciados. Esto no es deseable (a menos que la codificación elegida permita que los bloques consecutivos representen características relacionadas).

El operador de cruce uniforme permite el intercambio de los bloques en una manera que es independiente del orden que la codificación impuso a cada uno dentro del individuo. Para cada posición de los hijos, se elige al azar cuál de los dos bloques del padre se copia en cada uno. Es una generalización del esquema de cruce multipunto donde la cantidad de puntos de corte M se elige al azar para cada reproducción.

3.8. MUTACIÓN

La mutación de individuos (junto con la generación de la población inicial) es la encargada de proveer al sistema de material genético. La mutación se implementa mediante un operador de mutación. El operador de cruce genera nuevas soluciones intercambiando bloques de las soluciones existentes, pero sin el operador de mutación, el algoritmo genético no tendría forma de crear nuevos bloques. Este operador es el que permite que la exploración del espacio de búsqueda sea amplia.

El operador de mutación trabaja a nivel del bloque dentro de los individuos, haciendo cambios aleatorios de acuerdo a una probabilidad P_M (probabilidad de mutación). La naturaleza del cambio depende de la composición de los bloques de los individuos. Si cada bloque es un bit (en la codificación binaria), el único cambio posible es invertir su valor. Si los bloques son números reales, la modificación podría ser la suma o sustracción de un pequeño valor.

3.9. INSERCIÓN DE LOS HIJOS EN LA POBLACIÓN

La reinserción de hijos consiste en incorporar los nuevos individuos en la población. Los métodos de reinserción son diferentes según la cantidad de individuos generados sea menor, igual o mayor que la cantidad de elementos existentes en la población.

GENERAR TANTOS INDIVIDUOS COMO ELEMENTOS EN LA POBLACIÓN

El esquema más simple, denominado "reinserción pura", consiste en generar mediante la reproducción tanto hijos como elementos existen en la población, y reemplazar todos los individuos de la generación anterior por los nuevos. Cada individuo vive exactamente una generación. Un inconveniente que presenta este método es que suele reemplazar soluciones por soluciones de menor calidad.

GENERAR MAS INDIVIDUOS QUE ELEMENTOS EN LA POBLACIÓN

El esquema es similar al de re inserción pura. Se eligen los mejores individuos entre los que se generaron, y se eliminan los cromosomas sobrantes. Luego, se reemplaza la población completa por la nueva generación.

SE GENERAN MENOS INDIVIDUOS QUE ELEMENTOS EN LA POBLACIÓN

Este esquema exige seleccionar entre los individuos de la población aquellos que se eliminarán. A continuación se describen los métodos más utilizados para hacerlo:

- **Inserción uniforme**, los cromosomas a ser reemplazados se eligen al azar entre los miembros de la población. Se corre el riesgo de eliminar buenas soluciones, ya que no se tiene en cuenta la aptitud de los individuos.
- **Inserción elitista**, se eligen los individuos menos aptos para ser reemplazados. Este método asegura que los mejores individuos pasarán siempre en la siguiente generación, pero puede restringir la amplitud de la búsqueda que realiza el algoritmo genético.
- **Inserción por torneo invertido**, se utiliza con el método de selección por torneo. Funciona exactamente igual que el método de selección por torneo pero seleccionando con la probabilidad p al peor cromosoma del torneo para ser reemplazado, y tiene las mismas propiedades que éste, permitiendo regular la presión selectiva sin el uso de funciones de escala.

3.10. CRITERIOS DE TERMINACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO

El criterio de terminación del algoritmo genético es el encargado de definir el momento en el cual debe detenerse el ciclo de evolución y adoptar el individuo más apto como la solución encontrada por el algoritmo genético. A continuación se describen los criterios más comúnmente utilizados.

3.10.1. CRITERIO DE CONVERGENCIA DE IDENTIDAD

Este criterio consiste en detener al algoritmo genético cuando un determinado porcentaje de los individuos de la población representa a la misma solución. Los operadores del algoritmo genético tienden a preservar y difundir el material genético de los individuos más aptos, por lo que es de esperar que luego de un gran número de generaciones, alguna solución con gran valor de aptitud se imponga y domine la población.

3.10.2. CRITERIO DE CONVERGENCIA DE APTITUD

Puede suceder que existan soluciones equivalentes o cuasi equivalentes a un problema, que obtengan valores de aptitud similares. En ese caso, es probable que no se encuentre una solución que se imponga en la población (y el criterio de terminación por convergencia de identidad nunca se cumpla). Este criterio no espera a que la población se componga mayoritariamente de una sola solución, sino que finaliza la ejecución del algoritmo cuando los valores de aptitud de un determinado porcentaje de las soluciones son iguales, o difieren en un pequeño porcentaje. Por ejemplo, cuando el 90% de las soluciones tienen valores de aptitud que no difieren en más de 1%.

3.10.3. CRITERIO DE CANTIDAD DE GENERACIONES

Los métodos anteriores apuntan a esperar a que la evolución de la población llegue a fin. Cuando alguno de ellos se cumple, es probable que las soluciones no sigan mejorando mucho más, no importa cuántas generaciones más se ejecuten. Sin embargo, los algoritmos genéticos pueden necesitar un número de generaciones muy grande para llegar a la convergencia, dependiendo de las tasas de reproducción y mutación. Utilizando cualquiera de los dos criterios anteriores no puede estimarse un número máximo de generaciones, ya que esto dependerá no solamente de los parámetros del algoritmo genético sino también del azar.

Esto puede ser un problema, sobre todo si se quieren comparar los tiempos de resolución de un problema mediante algoritmos genéticos con otros métodos. El criterio de terminación por cantidad de generaciones consiste simplemente en finalizar la ejecución una vez que ha transcurrido un número determinado de generaciones. Este método permite determinar con precisión los tiempos de ejecución del algoritmo a costa de detener la evolución sin la certeza de que las soluciones no seguirán mejorando.

3.11. CLASIFICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS MULTIOBJETIVOS

Existen muchas formas de clasificar los algoritmos evolutivos, la siguiente forma es la más simple (Coello et al. [9]) y es basada en el mecanismo de selección adoptado:

- Funciones de Agregación
- Aproximaciones basadas en la Población

- Aproximaciones basadas en Pareto

3.11.1. FUNCIONES DE AGREGACIÓN

Es la forma más directa de tratar con problemas multiobjetivo, mediante la combinación de objetivos en una sola función que devuelve un valor escalar. Estas técnicas son comúnmente conocidas como funciones de agregación, por qué ellas combinan o agregan todos los objetivos del problema en uno solo. Un ejemplo de este proceso es una función de adaptación en el cual se tiene que resolver el siguiente problema:

$$\min \sum_{i=1}^k w_i f_i(x)$$

Donde $w_i \geq 0$ son los coeficientes proporcionales que representan la importancia relativa de los k objetivos del problema. Se asumen que:

$$\sum_{i=1}^k w_i = 1$$

Las funciones de agregación pueden ser lineares (como el ejemplo anterior) o no lineares. Este tipo de funciones han sido largamente subestimadas por los algoritmos evolutivos multiobjetivo principalmente por las conocidas limitaciones de las funciones de agregación lineal (por ejemplo estas no pueden alcanzar espacios no convexos de la frontera de Pareto sin importar el peso de la combinación usada) (Coello et al. [9]). Se debe precisar sin embargo que funciones de agregación no lineares no necesariamente presentan esta limitación, y han sido bastante exitosas en optimización combinatoria multiobjetivo.

3.11.2. APROXIMACIONES BASADAS EN LA POBLACIÓN

La población de un algoritmo evolutivo es usada para diversificar la búsqueda, pero el concepto de dominante en el sentido de Pareto no es directamente incorporada dentro del proceso de selección. El ejemplo clásico de este tipo de aproximación es el Algoritmo Genético de Evaluación de Vector (VEGA – Vector Evaluated Genetic Algorithm), el cual consiste en un algoritmo genético simple con un mecanismo de selección modificado; en cada generación, un número de subpoblaciones son generadas mediante el uso de selección proporcional de acuerdo a cada objetivo de turno. Por consiguiente, para un problema con k objetivos, k subpoblaciones de tamaño M/k son generadas (asumiendo un total de población de tamaño M). Estas sub poblaciones son combinadas para obtener una nueva población de tamaño M , en el cual el algoritmo genético aplica las operaciones de cruce y mutación.

VEGA tiene muchos problemas, donde el más serio es que su proceso de selección es opuesto al concepto de dominante en el sentido de Pareto, es decir no está incorporado en el proceso de selección (Coello et al. [9]) .

3.11.3. APROXIMACIONES BASADAS EN PARETO

Bajo esta categoría se consideran los algoritmos evolutivos que incorporan el concepto de óptimo de Pareto en su mecanismo de selección. Una amplia variedad ha sido propuesta en los últimos años (Bandala et al. [13]), los cuales se muestran en el Cuadro 3:

Cuadro 3 - Evolución de Operadores Genéticos

Primera Generación	Acrónimo	Autor	Año
Goldberg's Pareto Ranking	GPR	Goldberg	-
Multi-Objective Genetic Algorithm	MOGA	Fonseca y Flemming	1993
The Nondominated Sorting Genetic Algorithm	NSGA	Srinivas y Deb	1994
Niche Pareto Genetic Algorithm	NPGA	Horn, Nafpliotis and Goldberg	1994
Segunda Generación	Acrónimo	Autor	Año
Strength Pareto Evolutionary Algorithm	SPEA	Zitzler and Thiele	1999
Pareto Archived Evolution Strategy	PAES	Knowles and Corne	1999
Niche Pareto Genetic Algorithm	NSGA II	Deb, Agrawal, Pratap and Meyarivan	2000
Pareto Envelope-based Selection Algorithm	PESA	Corne, Knowles and Oates	2000
Niche Pareto Genetic Algorithm	NSGA-II	Ded and Goel	2001
Strength Pareto Evolutionary Algorithm	SPEA2	Zitzler, Laumanns and Thiele	2001

Fuente: Genetic Operators for the Multiobjective Flowshop Problem
Elaboración Propia

A continuación se indica detalles de estos métodos (Coello et al. [9]):

- Goldberg's Pareto Ranking, promueve el movimiento de la población hacia la frontera de Pareto mediante el uso de mecanismos de selección que favorecen soluciones no dominantes con respecto a la población actual.
- Multi-objective Genetic Algorithm (MOGA), propone un ranking de aproximación diferente del propuesto por Goldberg. En este caso cada individuo en la población es priorizado basado en como otros individuos lo dominan. Todos los individuos no dominantes tienen la misma prioridad y obtienen la misma aptitud por lo que tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

- Nondominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA), este método se basa en muchas capas de clasificaciones de individuos tal como sugiere Goldberg. Antes que la selección sea ejecutada, la población es priorizada en función de la no dominancia: todos los individuos no dominados son clasificados en una categoría con un valor de aptitud idéntico, el que es proporcional al tamaño de la población para permitir un potencial de reproducción igual para estos individuos. Este grupo de individuos clasificados es ignorado y otro grupo de individuos no dominados es considerado. El proceso continua hasta que todos los individuos en la población son clasificados. Una variación de esta aproximación es NSGA-II, este proceso usa procesos de elitismo y comparación de grupos que priorizan la población basada en dominio en el sentido de Pareto y densidad de la región, lo que lo hace un procedimiento más rápido que su predecesor y con mejores resultados.
- Niche Pareto Genetic Algorithm (NPGA), este método emplea una interesante forma de torneo de selección llamada torneo de dominio de Pareto. Dos miembros de la población son seleccionados de manera aleatoria y cada uno es comparado con un subconjunto de la población. Si uno es no dominado y el otro si, entonces el no dominado es seleccionado. Si se produce un empate entonces la aptitud decide el resultado del torneo.
- Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA), este método intenta integrar diferentes algoritmos multiobjetivo. El algoritmo usa el valor de la fortaleza que es calculada de forma similar a MOGA. Cada miembro de la población tiene un valor de aptitud de acuerdo a su fortaleza con respecto a todas las soluciones no dominadas. Una revisión de este método es el SPEA2, el cual ajusta ligeramente la estrategia de aptitud y usa una técnica de conglomeración (clusterización) de cercanía.

- Pareto Archived Evolution Strategy (PAES), este método usa la estrategia de evolución (1+1), donde cada padre genera un nuevo individuo a través de la mutación. Este método usa un archivo de soluciones no dominadas para comparar los individuos de la población actual.
- Pareto Envelop-based Selection Algorithm (PESA), este método la selección y la diversidad se mantiene mediante una gran red o grilla. De manera similar a SPEA este método maneja un archivo en el cual almacena la aproximación actual a la frontera de Pareto.

4. CAPÍTULO IV RESTRICCIONES GEOMÉTRICAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema de distribución de espacios es la asignación simple de N ambientes a M espacios para un área plana. La distribución de espacios también corresponde al problema Rectangular de Espacio con Múltiples Objetivos o Multi-Objective Rectangular Packing Problem:RP (Watanabe et al. [11]). Este problema es conocido por ser un problema de optimización combinatoria discreta que emerge de problemas reales tales como desarrollo de planos de planta y se define como: asignar un número finito de ambientes rectangulares N de dimensiones definidas dentro de un área A , bajo la restricción de no superponerse, y usando la menor cantidad de área dentro de A donde $A > \sum_{i=1}^N A(i)$ donde i es cada ambiente que se quiere distribuir.

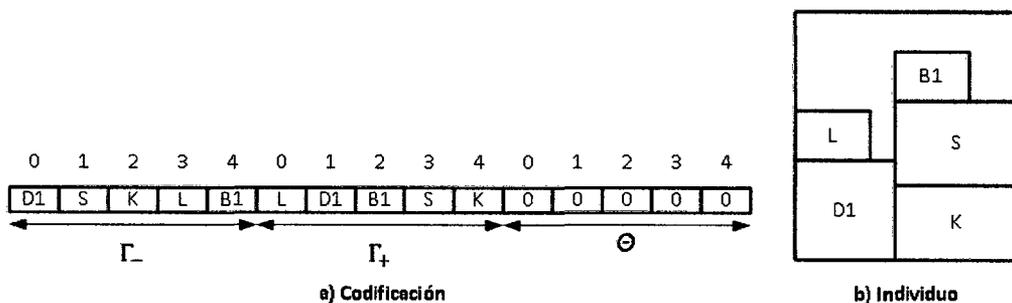
4.2. CODIFICACIÓN DEL CROMOSOMA

Una población es una colección de individuos que evolucionan para encontrar una solución óptima o sub óptima. Un individuo representa una solución y es representado como un vector cuya longitud es igual al número n de ambientes a posicionar. Cada ubicación R_i es representado por las coordenadas de su posición en el plano (X_i, Y_i) y su dimensión (L_i, W_i) . Para poder agilizar la inserción y modificación de los ambiente en el plano, una ubicación mantiene la referencia de las ubicaciones que

la rodean en las cuatro direcciones. Más aún, se tiene una referencia en el plano a la ubicación más cercana. Las referencias son usadas para verificar la superposición de espacios. Un ejemplo de cromosoma con cuatro ubicaciones se muestra en la Figura 16.

Esta representación es la base para la definición de la codificación final usada en esta investigación que corresponde a un elemento llamado par secuenciado, que gestiona información de posición relativa entre los diferentes ambientes

Figura 16 – Representación de un Cromosoma



Fuente: Elaboración propia

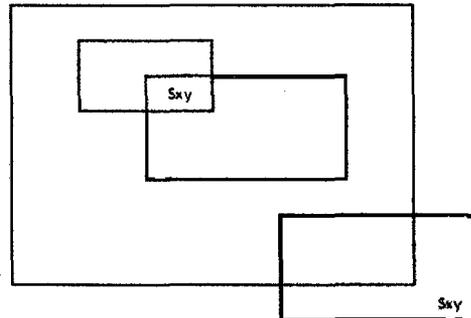
4.3. RELACIONES GEOMÉTRICAS ENTRE ÁREAS

Existen definiciones de relaciones entre áreas que se usan en la arquitectura para cuantificar las distancias y áreas entre diferentes superficies a continuación se definen las que serán usadas en la presente tesis:

4.3.1. ÁREA SUPERPUESTA

Es el valor que representa el área que es común a dos superficies tal como se puede ver en la Figura 17, donde se tiene a) Área superpuesta entre ambientes y b) Área de un ambiente fuera del espacio solución (complemento del Área dentro espacio solución).

Figura 17 – Representación de Superposición

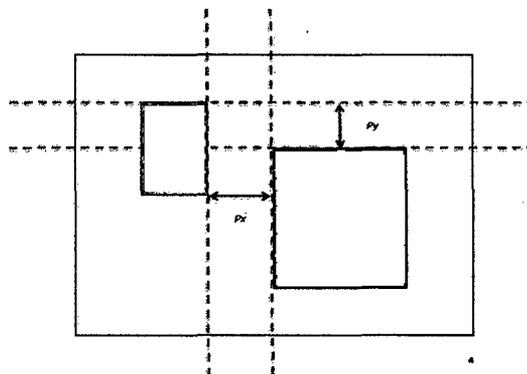


Fuente: Elaboración propia

4.3.2. PROXIMIDAD

La proximidad es la distancia tanto en el eje X de Abscisas como en el eje Y de Ordenadas entre las rectas que forman los lados de las áreas. Para el caso general se puede ver en la Figura 18, donde se tiene a) Proximidad en el eje Y y b) Proximidad en el eje X.

Figura 18 – Representación de Proximidad



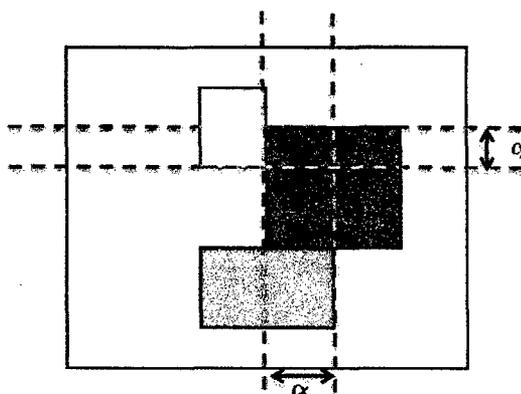
Fuente: Elaboración propia

4.3.3. COLINDANCIA

La colindancia es la distancia común, tanto en el eje X de Abscisas como en el eje Y de Ordenadas, entre los lados de las áreas. Para el caso

general se puede ver en la Figura 19, donde se tiene a) Colindancia en el eje Y y b) Colindancia en el eje X.

Figura 19 – Representación de Colindancia



Fuente: Elaboración propia

4.4. OBJETIVOS MÚLTIPLES DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS

El objetivo para afrontar el problema planteado en esta investigación no es único debido a que se requieren controlar las tres restricciones geométrica indicadas en la sección 4.3 de tal forma se pueden establecer tres objetivos:

- a. Objetivo de Superposición, se requiere que el área superpuesta de los cromosomas de un mismo individuo de la población sea cero o cercana a cero, debido a la restricción de no superposición. El individuo que tenga menor superposición es más apto.
- b. Objetivo de Colindancia, se requiere que la distancia de contacto entre los diferentes cromosomas de un mismo individuo de la población sea la mayor posible, debido a la restricción de menor área de la solución que se traduce en una mayor colindancia. El individuo que tenga mayor colindancia es más apto.

c. Objetivo de Proximidad, se requiere que la distancia entre los cromosomas de un mismo individuo de la población sea la menor posible, debido a la restricción de menor área de la solución que se traduce en la menor proximidad. El individuo que tenga menor proximidad es más apto.

Estos tres objetivos deben traducirse en la función de adaptación; donde los tres objetivos no tienen la misma escala según: en el caso de superposición la unidad de medida es unidades cuadradas, para el caso de proximidad y de colindancia están en unidades lineales.

La función de adaptación dados los objetivos indicados sería:

$$\min f_1(x) = \text{Área total superpuesta de los ambientes}$$

$$\max f_2(x) = \text{Colindancia total de los ambientes}$$

$$\min f_3(x) = \text{Proximidad total de los ambientes}$$

Una solución para múltiples funciones objetivos es aplicar una función de escala a la función de adaptación. La función de escala lineal calcula la nueva función de adaptación f' a partir de la función de adaptación f usando la transformación lineal $f' = a \cdot f + b$, donde a y b logren que el promedio de las dos funciones sea el mismo, y que el máximo para la función f' asegure la diferencia de probabilidades entre los elementos más aptos y el promedio.

Debido a las características expuestas y las relaciones entre cada uno de los objetivos, una transformación lineal no puede establecerse y por consiguiente la definición del problema se puede indicar en la siguiente notación:

$$\vec{S} = F(\vec{x}) = (f_1(\vec{x}), f_2(\vec{x}), f_3(\vec{x}))$$

Sujeto a:

$$f_1(\vec{x}) = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^{n-1} s(x_i, x_j)$$

$$f_2(\vec{x}) = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^{n-1} p(x_i, x_j)$$

$$f_3(\vec{x}) = \max \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^{n-1} q(x_i, x_j)$$

Dónde:

- n , es el número de ambiente a distribuir.
- \vec{x} , es el vector que contiene los n ambientes a distribuir.
- $p(x_i, x_j)$, es la proximidad entre las áreas i y j .
- $q(x_i, x_j)$, es la colindancia entre las áreas i y j
- $s(x_i, x_j)$, es el área de superposición de los espacios i y j

5. DESCRIPCIÓN DE DATOS

5.1. FUENTE DE DATOS

Los planos usados en esta investigación se tomaron de la Resolución Ministerial 092-2011-Vivienda [8], documentos que contiene: Módulo Tipo 1 de 35m² Frente 6m, Módulo Tipo 2 de 37 m² Frente 4m, Módulo Tipo 3 de 39 m² Frente 8m, Módulo Tipo 4 de 40 m² Frente 7m; estos planos corresponden a soluciones que serán contrastadas con las soluciones obtenidas en esta investigación. Para todos los casos se están considerando los planos de primera planta módulo básico, esto implica que no se consideran escaleras dentro de los ambientes a distribuir.

5.2. ESTRUCTURA DE DATOS

Los planos se muestran a continuación y corresponden a planos de distribución que contienen según el tipo de módulo los siguientes elementos o elementos constructivos:

- Dormitorio Principal (D1), espacio destinado para dormir.
- Dormitorio (D2), espacio destinado para habitación de niños o invitados.
- Baño 1 (B1), espacio destinado para uso con el dormitorio principal.
- Kitchenette (K), espacio destinado para las actividades de cocina.
- Sala (S), espacio destinado para visitas o actividades comunes.
- Lavandería (L), espacio destinado para limpieza

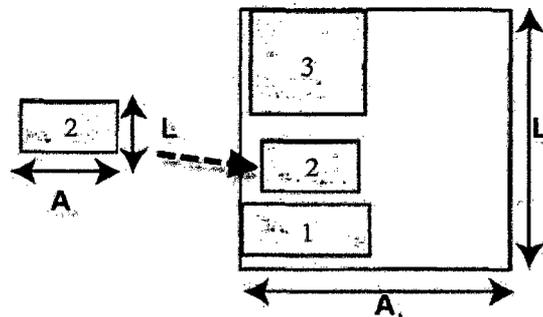
- Comedor (C), espacio destinado para actividades de alimentación
- Circulación (E), espacio libre que se obtiene como resultado de distribuir los ambientes anteriores

En las secciones siguientes los términos usados para identificar los diferentes ambientes será el nombre corto.

Cada uno de estos ambientes cuenta con las siguientes características:

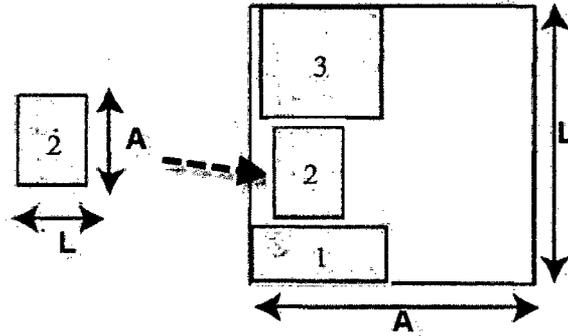
1. Ancho, corresponde a la dimensión o longitud que está paralela a la parte del frente del terreno o fachada.
2. Largo, corresponde a la dimensión o longitud que está paralela a la profundidad del terreno o perpendicular a la fachada
3. Orientación, permite que cada ambiente se ubique dentro del área rectangular de forma que la dimensiones correspondan a sus referencias directas (ancho del ambiente paralelo al ancho de la fachada) ver la Figura 20 o inversas (ancho del Ambiente perpendicular a la fachada) según se puede ver en la Figura 21

Figura 20 - Ambiente sin Orientación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21 - Ambiente con Orientación



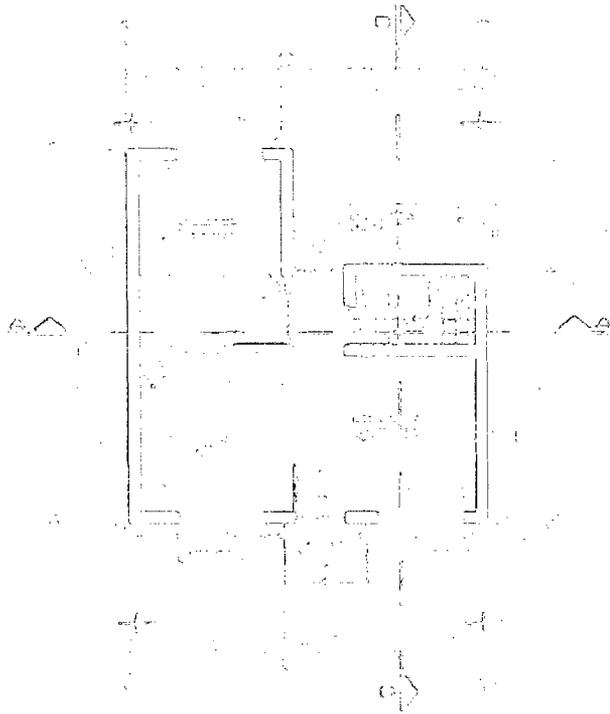
Fuente: Elaboración Propia

Las áreas que se indican como áreas netas de cada uno de los ambientes del plano son áreas interiores y consideran una reducción real correspondiente al ancho de las paredes que limitan tanto el área del terreno (área total disponible) así como de los ambientes:

5.2.1. MÓDULO TIPO 1

Correspondiente a un área de 35m² de área techada con 6m de frente, ver Figura 22

Figura 22 – Módulo Básico Tipo 1



Fuente: Ministerio de Vivienda RM 092-2011

Las áreas netas (interiores) de cada ambiente son:

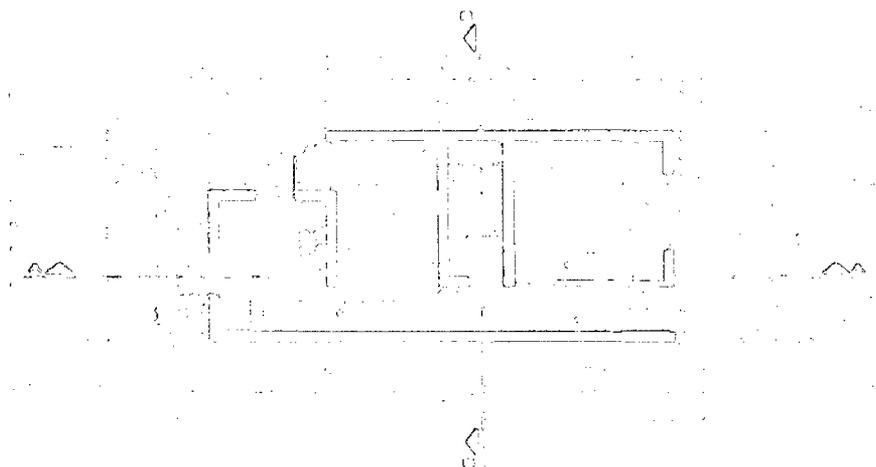
- ✓ Dormitorio 1 con 7.78m²
- ✓ Baño 1 con 2.46m²
- ✓ Kitchenette con 5.85m²
- ✓ Sala con 7.08m²
- ✓ Lavandería con 3.10m²
- ✓ Circulación con 3.62m²

El área total del terreno indicado en el plano es de 37.74m² (6m de Frente y 6.27m de Profundidad)

5.2.2. MÓDULO TIPO 2

Correspondiente a un área de 37m² de área techada con 4m de frente, ver Figura 23

Figura 23 – Módulo Básico Tipo 2



Fuente: Ministerio de Vivienda RM 092-2011

Las áreas netas (interiores) de cada ambiente son:

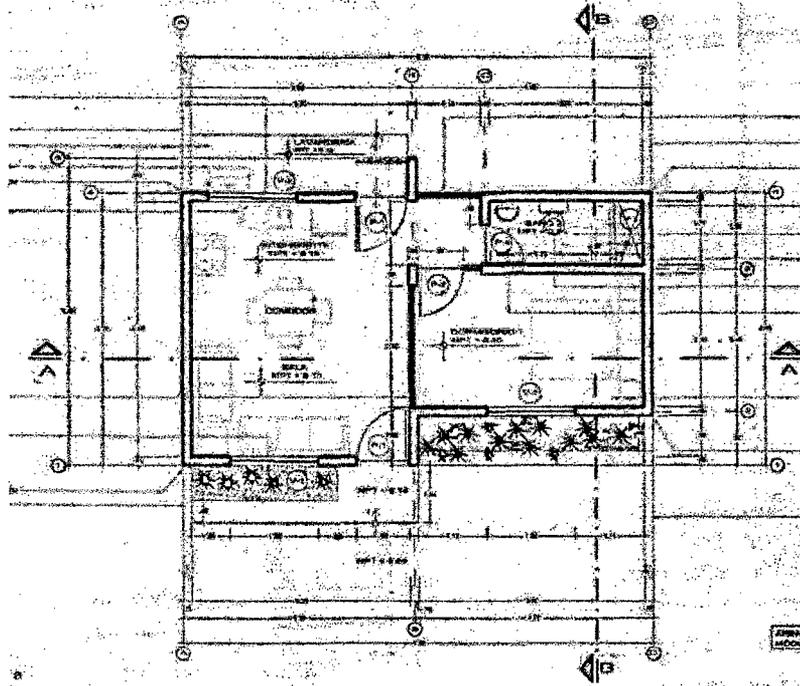
- ✓ Dormitorio 1 con 7.97 m²
- ✓ Baño 1 con 2.97 m²
- ✓ Cocina con 5.48 m²
- ✓ Sala-Comedor con 5.60 m²
- ✓ Circulación con 5.98 m²

El área total del terreno indicado en el plano es de 41.88m² (4m de Frente y 10.47m de Profundidad)

5.2.3. MÓDULO TIPO 3

Correspondiente a un área de 39m² de área techada con 8m de frente, ver Figura 24

Figura 24 – Módulo Básico Tipo 3



Fuente: Ministerio de Vivienda RM 092-2011

Las áreas netas (interiores) de cada ambiente son:

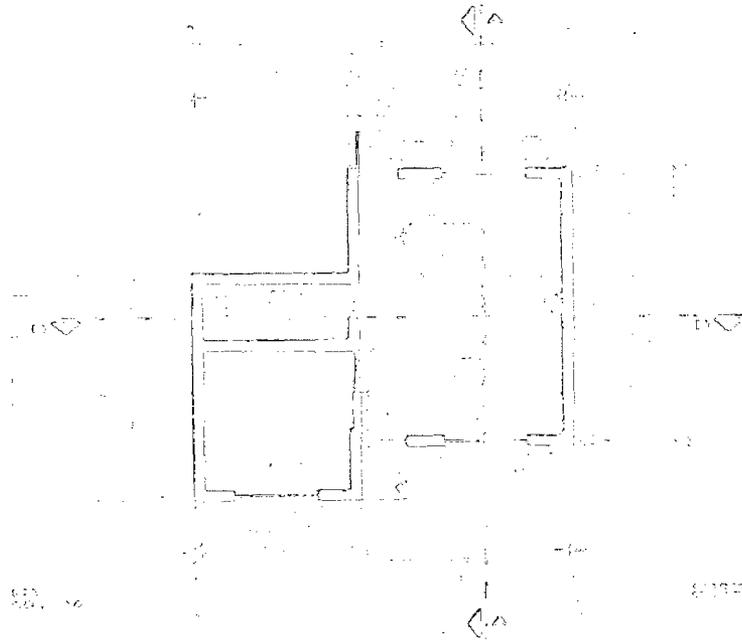
- ✓ Dormitorio 1 con 9.06 m²
- ✓ Baño 1 con 2.91 m²
- ✓ Cocina con 3.92 m²
- ✓ Sala-Comedor con 8.04 m²
- ✓ Circulación con 5.69 m²

El área total del terreno indicado en el plano es de 42.4m² (8m de Frente y 5.30m de Profundidad)

5.2.4. MÓDULO TIPO 4

Correspondiente a un área de 40m² de área techada con 7m de frente, ver Figura 25

Figura 25 – Módulo Básico Tipo 4



Fuente: Ministerio de Vivienda RM 092-2011

Las áreas netas (interiores) de cada ambiente son:

- ✓ Dormitorio 1 con 7.36 m²
- ✓ Baño 1 con 3.07 m²
- ✓ Cocina con 6.09 m²
- ✓ Sala-Comedor con 7.93 m²
- ✓ Circulación con 4.33 m²
- ✓ Lavandería con 3.93 m²

El área total del terreno indicado en el plano es de 49.0m² (7m de Frente y 7m de Profundidad)

5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

Se utilizaron los planos definidos en la Resolución Ministerial 092-2011-Vivienda, donde de las áreas internas indicadas se han calculado las áreas reales de los ambientes sin considerar los elementos de albañilería, para obtener valores de las dimensiones de los ambientes, las que servirán como espacios a distribuir, asimismo no se considera como ambiente el área de circulación, debido a que es espacio libre resultante de distribuir los ambientes identificados en el problema, por consecuencia se tiene:

5.3.1. MÓDULO TIPO 1

Las dimensiones y áreas de cada ambiente en estricto se indican en el Cuadro 4:

Cuadro 4- Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 1

Ambiente	Largo (m) Profundidad	Ancho (m) Frente	Área (m ²)
Área Total	6.29	6.00	37.74
Dormitorio 1 (D1)	3.37	2.60	9.27
Baño 1 (B1)	1.35	2.20	3.17
Kitchenette (K)	2.82	2.20	6.63
Sala (S)	2.82	2.60	7.76
Lavandería (L)	1.00	2.20	2.20

Fuente: Resolución Ministerial 092-2011 - Vivienda
Elaboración Propia

5.3.2. MÓDULO TIPO 2

Las dimensiones y áreas de cada ambiente en estricto son:

Cuadro 5 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 2

Ambiente	Largo (m) Profundidad	Ancho (m) Frente	Área (m ²)
Área Total	10.07	4.00	40.28
Dormitorio 1 (D1)	2.92	2.80	9.04
Baño 1 (B1)	1.25	2.80	3.59
Cocina (K)	2.25	2.55	6.64
Sala – Comedor (S)	2.15	2.80	8.60

Fuente: Resolución Ministerial 092-2011 - Vivienda
Elaboración Propia

Debido a las características de esta distribución de espacios (distribución lineal) se excluye este modelo para el caso de la experimentación, debido a que la solución es única y es lineal (horizontal o vertical)

5.3.3. MÓDULO TIPO 3

Las dimensiones y áreas de cada ambiente en estricto son:

Cuadro 6 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 3

Ambiente	Largo (m) Profundidad	Ancho (m) Frente	Área (m ²)
Área Total	5.30	8.00	42.40
Dormitorio 1 (D1)	2.45	3.86	9.97
Baño 1 (B1)	1.10	2.60	3.66
Cocina (K)	1.15	2.85	4.13
Sala (S)	3.20	2.85	5.70

Fuente: Resolución Ministerial 092-2011 - Vivienda
Elaboración Propia

5.3.4. MÓDULO TIPO 4

Las dimensiones y áreas de cada ambiente en estricto son:

Cuadro 7 - Dimensiones de Ambiente de Módulo Tipo 4

Ambiente	Largo (m) Profundidad	Ancho (m) Frente	Área (m ²)
Área Total	7.14	7.00	49.95
Dormitorio 1 (D1)	2.86	2.98	8.52
Baño 1 (B1)	1.25	2.98	3.73
Cocina (K)	2.03	3.80	7.71
Sala – Comedor (S)	3.03	3.80	11.51
Lavandería (L)	1.00	3.80	4.02

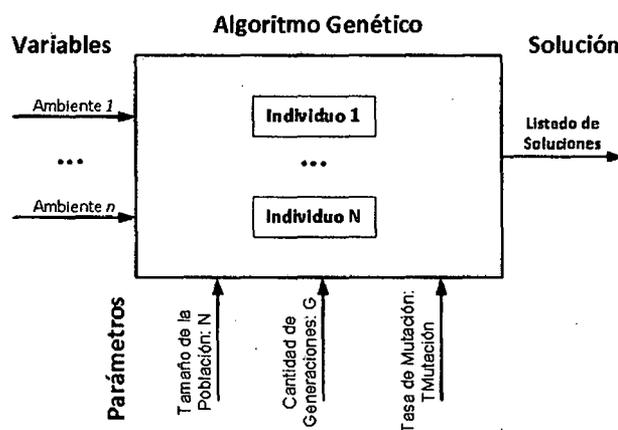
Fuente: Resolución Ministerial 092-2011 - Vivienda
Elaboración Propia

6. MODELO DE SOLUCIÓN

6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El modelo de solución es el procedimiento que se siguió para resolver el problema planteado en esta investigación (ver la sección 1.1). El procedimiento de solución corresponde a la optimización de los parámetros para optimizar el procedimiento que el algoritmo genético propuesto realiza a una población de individuos para encontrar un espacio de soluciones. La creación de la población forma parte del algoritmo aplicado, ver Figura 26

Figura 26 - Proceso de Solución



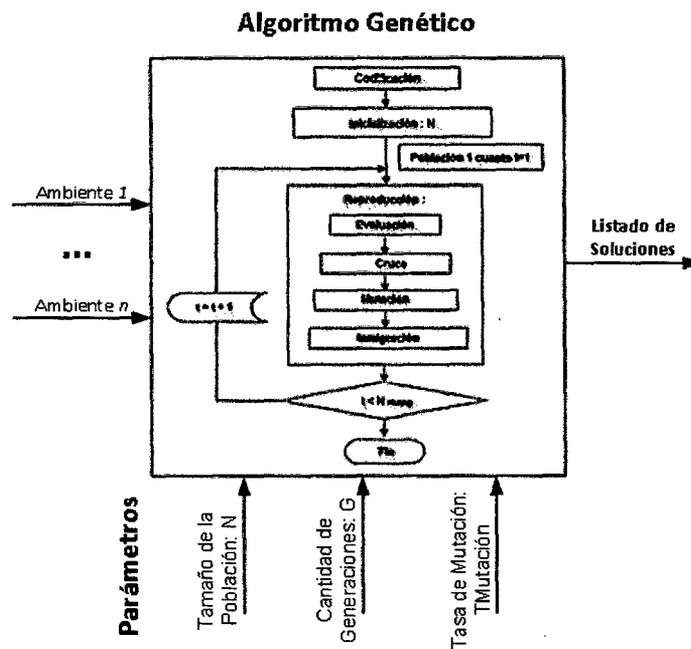
Fuente: Elaboración Propia

El algoritmo genético implementado para solucionar este problema consiste en una serie de pasos sistemáticamente ordenados que hacen

uso de los parámetros indicados en la Figura 26 donde los valores óptimos se establecerán en la Experimentación (ver sección 7).

La Figura 27 muestra el proceso completo que tiene como proceso central el algoritmo genético implementado para la búsqueda de soluciones. El algoritmo establece un codificación de la forma par secuenciado y un proceso de cruce y mutación que selecciona los padres bajo el criterio de proximidad o vecindario lo que permite explotar la información basándose en la aptitud; mientras que el uso de una población permite encontrar una mejor ubicación en el espacio de soluciones que da como resultado que un óptimo pueda ser alcanzado en un área global. El algoritmo permite que los individuos (hijos) generados sean parecidos a los padres.

Figura 27 – Flujoograma Solución



Fuente: Elaboración Propia

6.2. VARIABLES DEL MODELO

Las variables del modelo son los ambientes indicados en la Descripción de Datos (sección 5.3).

6.3. PARÁMETROS DEL MODELO

Los parámetros del modelo, que se usarán durante la explicación del proceso y la experimentación se indican en el Cuadro 8:

Cuadro 8 - Parámetros del Modelo

Parámetro	Definición Conceptual	Definición Operacional
N	Tamaño de la Población	Indica la cantidad de individuos que el procedimiento evaluará en cada generación
G	Cantidad de Generaciones	Indica la cantidad máxima de iteraciones que se ejecutarán
TMutación	Tasa de Mutación	Indica la cantidad en porcentaje individuos que serán mutados respecto al total de individuos (N)

Fuente: Elaboración propia

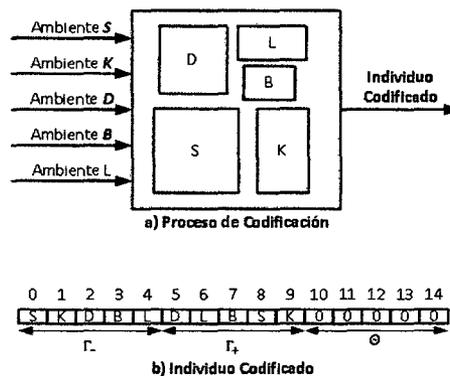
6.4. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Hasta el momento, se han identificado un conjunto de planos (variables) que corresponden a elementos restrictivos y con una solución identificada, las variables ($Ambiente_1, \dots, Ambiente_n$) definidas serán ingresadas al algoritmo genético para ser procesadas en las etapas que se indican en la Figura 27. Los parámetros identificados dentro del modelo forman parte del proceso de evaluación del algoritmo genético y se persigue en esta investigación encontrar los valores de estos parámetros que mejoren el rendimiento del proceso evolutivo, de tal forma que la convergencia a la solución sea más rápida y la solución hallada tenga los niveles más altos de aptitud. Las etapas del proceso se explican a continuación:

1. Codificación

Esta etapa tiene por finalidad estructurar las variables de entrada del modelo bajo una representación de cadena. La codificación usa tres secciones, que en conjunto es denominada par secuenciado donde la primera sección de "n" caracteres y la segunda posición de "n" caracteres forman un plano que relaciona los ambientes respecto de elemento anterior y posterior en la misma cadena. La sección final establece la rotación de cada ambiente. En la Figura 28 se indica a) proceso de codificación y en b) el resultado de un individuo codificado indicando las tres secciones.

Figura 28 - Codificación de un Individuo

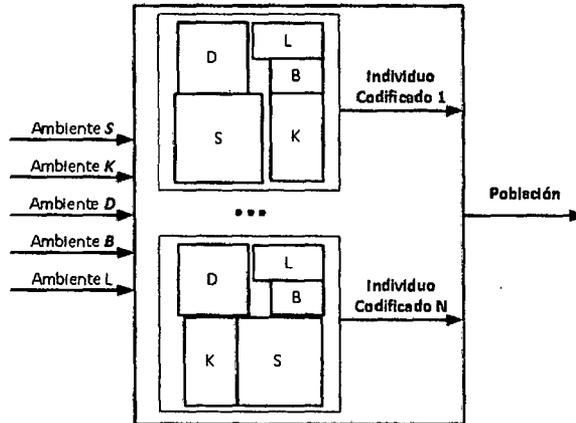


Fuente: Elaboración Propia

2. Inicialización

Esta etapa tiene por finalidad generar la población inicial de los N individuos que forman parte de la población. Cada individuo se crea de forma aleatoria generando el par secuenciado de cada individuo, el conjunto de pares secuenciados forman la población inicial. En la Figura 29 se representa la inicialización de cinco ambientes (S, K, D, B, L) formando en conjunto una población.

Figura 29 - Inicialización de Población

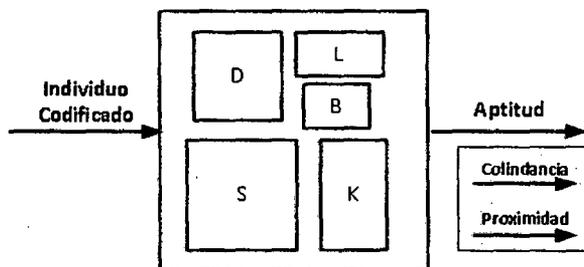


Fuente: Elaboración propia

3. Evaluación

Esta etapa tiene como objetivo establecer la aptitud de cada individuo, en este problema de tipo multiobjetivo, la aptitud se calcula en función de cada objetivo, donde cada objetivo es evaluación de manera intercalada, es decir para las generaciones pares se evalúa la Proximidad y para las generación impares la Colindancia; en la Figura 30 se muestra la evaluación de un individuo donde el par secuenciado se decodifica para formar un individuo y evaluar la aptitud.

Figura 30 - Evaluación de Individuo

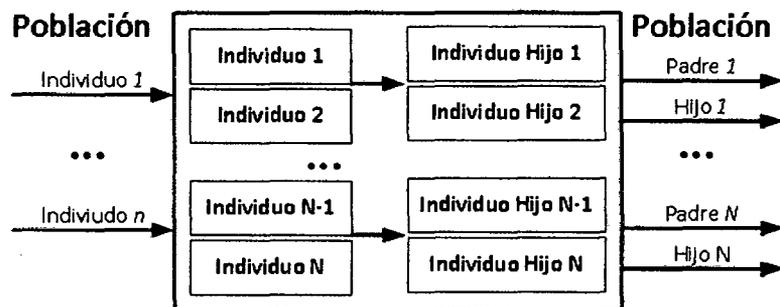


Fuente: Elaboración propia

4. Cruce

Esta etapa tiene por finalidad la reproducción de dos individuos consecutivos luego de la selección; este par de individuos padres crearán dos nuevos individuos llamados hijos, de tal forma que estos nuevos individuos formarán parte de la nueva población y que será evaluada para garantizar que una población de tamaño N pase a la siguiente generación. En la Figura 31 se puede ver el proceso de cruce que se realiza con el total de individuos de la población para encontrar tanto a individuos padres como individuos hijos.

Figura 31 - Cruce de Individuos

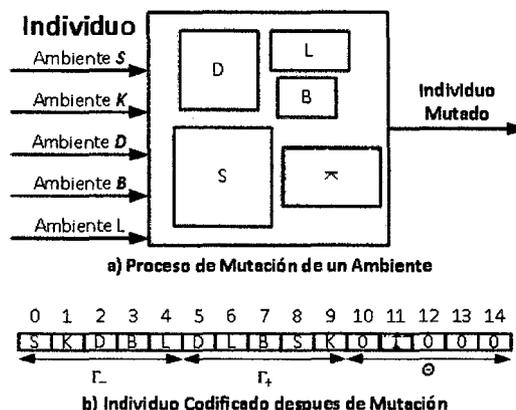


Fuente: Elaboración Propia

5. Mutación

Esta etapa tiene por finalidad copiar el proceso de evolución de los individuos, donde una característica del individuo es alterada; la característica para este proceso de mutación es la orientación, donde la orientación se presenta en la tercera sección del par secuenciado. En la Figura 32 se muestra el proceso de mutación de un individuo, donde la mutación se realiza sobre el ambiente K; en la parte a) se tiene el ambiente K rotado; la parte b) se muestra la modificación del par secuenciado luego de la mutación. Esta operación de mutación se realiza sobre todos los individuos de la población.

Figura 32 - Mutación de Individuos

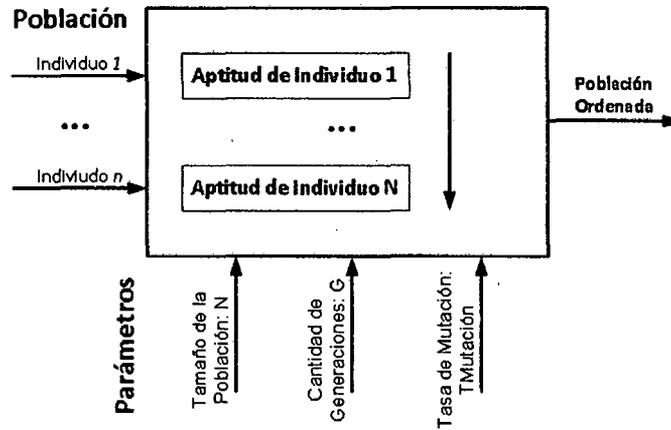


Fuente: Elaboración propia

6. Inmigración

Esta etapa tiene por finalidad seleccionar los N individuos más aptos que formarán la nueva generación, para realizar esta selección se ordenan todos los 2N individuos (padres e hijos) de la población tomando como referencia de comparación la aptitud de cada individuo, es decir los más aptos en el sentido de Pareto para poder establecer parejas de individuos relacionados por cercanía. En la Figura 33, se puede notar que la entrada de datos corresponde a los individuos de cada población, cada uno de los individuos es ordenado en función de la función objetivo y finalmente el resultado es una población ordenada de N individuos.

Figura 33 - Selección de Población



Fuente: Elaboración Propia

El desempeño alcanzado por los diferentes parámetros del modelo es comparado (en el siguiente capítulo) para determinar si los parámetros son eficientes tanto en tiempo como en grado de error y llegar a conclusiones significativas acerca del proceso evolutivo. El detalle de los algoritmos y procedimientos usados en cada etapa serán desarrollados en los capítulos siguientes.

6.5. PROCESO DEL ALGORITMO GENÉTICO

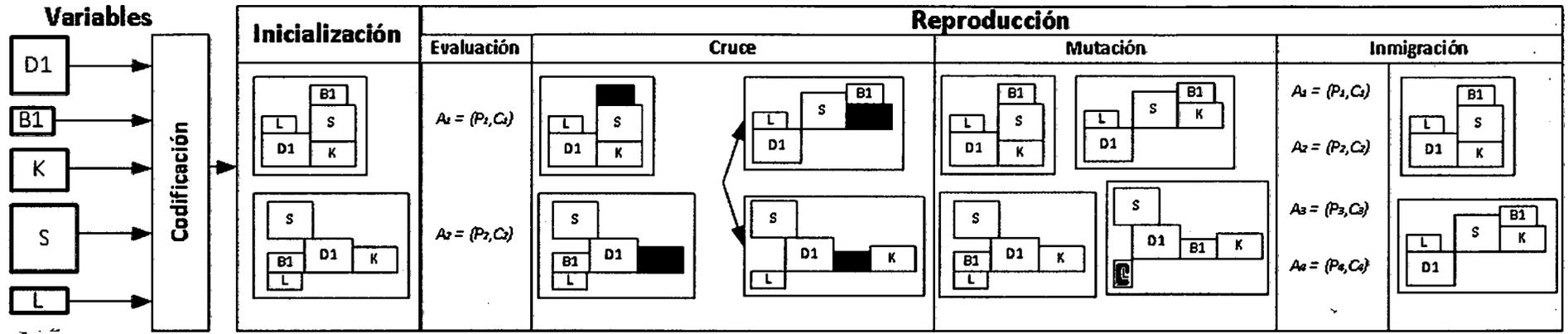
En la Figura 34 se muestra paso a paso el resultado de cada etapa del algoritmo planteado donde se toma como elementos de entrada las variables del Módulo Tipo 1, con un total de dos individuos ($N=2$) y un máximo de 2 generaciones ($G=2$). El resultado es el siguiente:

La parte a) Los ambientes con sus dimensiones ingresan al algoritmo genético, esta información es codificada y se procede a crear una población inicial de dos individuos (según los parámetros) indicados en el párrafo anterior. Posteriormente estos individuos son evaluados para ordenarlos y prepararlos para el procedimiento de reproducción. El procedimiento de reproducción genera dos ambientes mediante un procedimiento de grilla (que se explica en las secciones siguiente) con el resultado de una población de cuatro individuos (2 padres y 2 hijos) seguidamente se selecciona aleatoriamente el individuo de la población que será mutado. El resultado de estas operaciones de reproducción es la selección de los individuos que permitan tener los dos ($N=2$) individuos de la población que pasan a la siguiente generación.

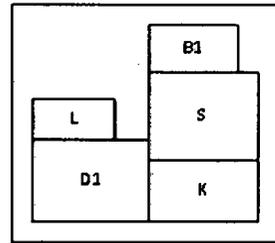
La parte b) muestra al mejor de los candidatos a solución, que es encontrada luego de realizar el proceso iterativo a todas las generaciones ($G=2$), para nuestro caso una solución al problema multiobjetivo.

Cada una de las etapas que se muestran a detalle en las secciones 6.6 en adelante:

Figura 34 - Proceso del Algoritmo Genético



a) Proceso del Algoritmo Genético



b) Individuo Solución

Fuente: Elaboración Propia

El proceso del algoritmo genético se puede describir de igual forma en pseudocódigo para dar un mayor detalle de las actividades que encierran las fases indicadas en la Figura 34:

INICIO

Establecer N : Tamaño de la Población Inicial
Establecer G : Cantidad de Generaciones
Establecer $t = 0$: Tiempo Cero de la Generación
Establecer $CF = falso$: Criterio de Finalización
Establecer $Terminado = 0$: Variable de Terminado
Generar P_0 : Población Inicial
Calcular F_t de cada individuo de P_0
Copiar $P_0 \rightarrow A_0$; archivo de tamaño N

MIENTRAS $Terminado \neq 1$

INICIO

Establecer $t = t + 1$
Generar $P_t = A_{t-1}$: Población de búsqueda
Ordenar individuos de P_t , en función del objetivo a evaluar
Agrupar individuos de P_t en grupos de 2 individuos
Ejecutar Cruce; dos padres crean dos hijos
Ejecutar Mutación
Generar H_t : Población de hijos
Calcular F_t de cada individuo de H_t
Generar $A_t = A_{t-1} + F_t$: Aptitud de padres + Aptitud de hijos
Seleccionar N individuos de la población $2N$
Si $(t = G)$ ó $CF = verdadero$ entonces: $Terminado = 1$

FIN

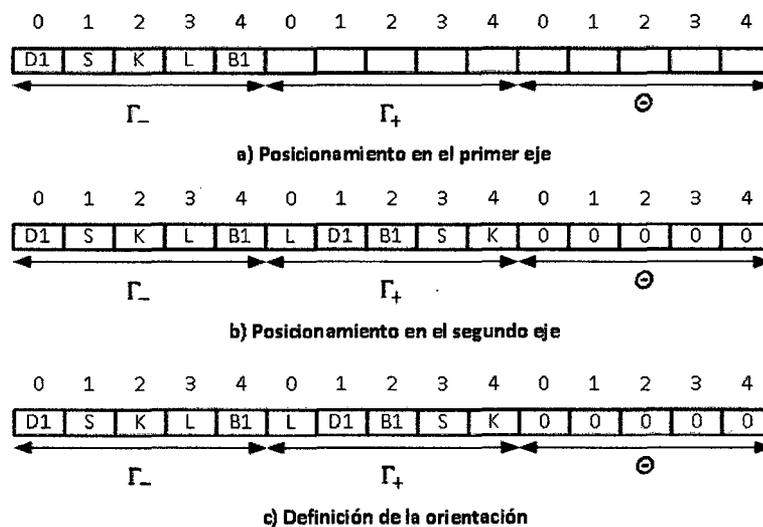
FIN

6.6. CODIFICACIÓN

El proceso de codificación tiene por objetivo representar al individuo de una forma sencilla y que permita ejecutar sobre esta codificación las operaciones de cruce y mutación. En esta investigación la codificación se realiza ubicando aleatoriamente cada ambiente o variable de entrada en la cadena que representa el par secuenciado tal como se puede ver en la Figura 35, los pasos se detallan a continuación:

1. En la parte a) se posiciona aleatoriamente cada uno de los ambiente (S, K, L, D1, B1) en la primera sección Γ_- .
2. En la parte b) se posiciona seguidamente de forma aleatoria cada uno de los ambiente en la primera sección Γ_+ .
3. Finalmente en la parte c) se define el valor de la rotación del ambiente en la sección Θ , el valor inicial de esta sección para cada individuo es 0

Figura 35 - Creación del Par secuenciado



Fuente: Elaboración propia

El proceso de decodificación se realiza para ubicar cada uno de los elementos distribuidos en el par secuenciado con la característica que el par secuenciado evita la superposición de los ambientes, y permite en su proceso de distribución dentro de un plano asignar valores en el plano cartesiano XY para cada uno de los ambientes, facilitando el cálculo de la aptitud a través de la colindancia y proximidad de cada individuo. La Figura 36 muestra el proceso de decodificación de un par secuenciado:

1. En la parte a) se muestran las tres secciones de par secuenciado
2. En la parte b) cada ambiente se ha posicionado en la grilla que se encuentra rotada 45 grados (ver Sección 3.2). la información de cada par secuenciado se indica en el Cuadro 9:

Cuadro 9 - Coordenadas de Par secuenciado

Ambiente	Coordenada
Par secuenciado	
D1	(0,1)
S	(1,3)
K	(2,4)
L	(3,0)
B1	(4,2)

Fuente: Elaboración propia

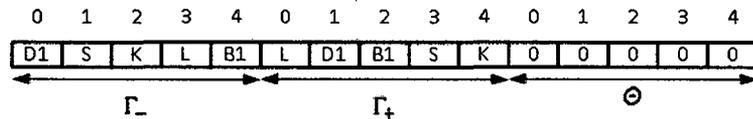
3. La posición de cada ambiente bajo su valor correspondiente de par secuenciado permite mediante la regla de comparación (ver sección 3.2) conocer la posición final de cada ambiente en un plano tal como se puede ver en la parte c).
4. Finalmente la tercera sección del par secuenciado indicará la rotación del ambiente y por lo tanto el valor de Ancho (Eje X) y Largo (Eje Y) se debe considerar la encontrar la posición absoluta, estos valores para el ejemplo se ven el Cuadro 10, donde la coordenada (x,y) corresponde a la esquina inferior izquierda de cada ambiente.

Cuadro 10 - Coordenas Absolutas

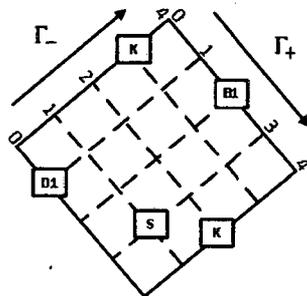
Ambiente	Coordenada X,Y	Rotación
D1	(0,0)	No
S	(337,235)	No
K	(337,0)	No
L	(0,275)	No
B1	(337,510)	No

Fuente: Elaboración propia

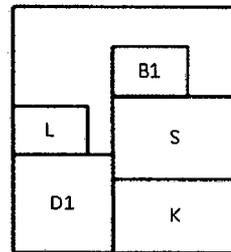
Figura 36 - Decodificación de Individuo



a) Parsecuenciado del Individuo



b) Posiciones Relativas de Ambientes



c) Individuo

Fuente: Elaboración propia

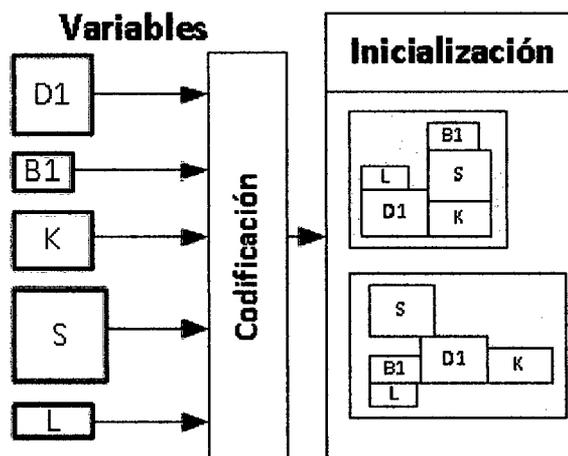
El proceso de codificación y decodificación se realiza para todos los individuos de cada una de las generaciones de iteración, debido a que las operaciones del algoritmo genético se realizan usando el parsecuenciado, y la aptitud de cada individuo requiere conocer las posiciones absolutas de cada ambiente dentro del plano para poder calcular los valores de proximidad y colindancia.

6.7. INICIALIZACIÓN

El proceso de inicialización tiene por objetivo codificar todos los individuos de la primera población para poder iniciar las operaciones propias de un algoritmo genético. Asimismo durante el proceso de inicialización ejecuta las actividades de inicio de todas las variables y parámetros del modelo, según se indica en la sección 6.3, la generación de la población inicial se realiza repitiendo consecutivamente el proceso de codificación de cada par secuenciado tal como se puede ver en la Figura 37, donde se muestra el proceso de inicialización de dos individuos que tiene la secuencia:

1. Ingresan las variables del modelo (ambientes).
2. Se aplica un proceso de Codificación para crear un par secuenciado para cada individuo de la población, en el ejemplo la población es de dos individuos.
3. El proceso de inicialización mediante el proceso de decodificación permite representar los individuos creados, distribuyendo los ambientes en función de los valores que estos tienen en el par secuenciado.

Figura 37 - Inicialización de 2 Individuos



Fuente: Elaboración propia

El proceso de inicialización del algoritmo genético se puede describir de igual forma en pseudocódigo, para dar un mayor detalle de las actividades que encierran esta fase indicada en la Figura 37:

INICIO

Establecer $i = 0$: Posición i – *ésimo* del individuo dentro de la Población

MIENTRAS $i < N$

INICIO

Establecer $i = i + 1$

Seleccionar I_i : Individuo i – *ésimo* de la población

Establecer $c = 0$: Posición c – *ésimo* del cromosoma del individuo

Establecer $Posición = true$: Posición Válida

MIENTRAS $c < C$

INICIO

Establecer $c = c + 1$

Establecer $Posición = verdadero$

Establecer $\Gamma_{-(c)} = Aleatorio(C)$

Establecer $\Gamma_{+(c)} = Aleatorio(C)$

Establecer $\Theta_{(c)} = Aleatorio(1)$

$Posición = EvaluaPosición(\Gamma_{-(c)}, \Gamma_{+(c)})$

SI $Posición = verdadero$ **ENTONCES**

$EstablePosición(\Gamma_{-(c)}, \Gamma_{+(c)}, \Theta_{(c)})$

SINO $c = c - 1$

FIN

FIN

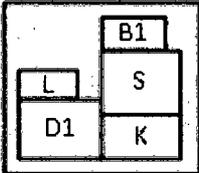
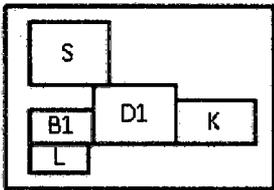
FIN

6.8. EVALUACIÓN

El proceso de evaluación tiene por objetivo el identificar los individuos más aptos de la generación actual. Para tal fin se calcula la aptitud de cada individuo de la población bajo la consideración que para un proceso multiobjetivo, la función a evaluar cambia para cada siguiente generación. En la presente investigación se tiene dos funciones objetivos $f_1 = \text{Proximidad}$ y $f_2 = \text{Colindancia}$ y la regla de evaluación es: para el momento $t = 1$, se evaluará la función de Proximidad f_1 , cuando $t = 2$, se evaluará la función de Colindancia f_2 . Para el momento $t = 3$ se repite nuevamente la evaluación para la función f_1 y así sucesivamente.

El desarrollo del proceso de evaluación de la aptitud se puede observar en la Figura 38, donde cada uno de los dos individuos tiene valores de Proximidad y Colindancia calculadas a través de las distancias que separan cada uno de sus ambientes, donde la primera generación evalúa la proximidad según se puede ver en el Cuadro 11

Figura 38 - Cálculo de Aptitud de la Población

Inicialización	Evaluación
	$A_1 = (P_1, C_1)$ <i>Proximidad</i> ₁ = 1276 <i>Colindancia</i> ₁ = 792
	$A_2 = (P_2, C_2)$ <i>Proximidad</i> ₂ = 1289 <i>Colindancia</i> ₂ = 717

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11 - Aptitud de la Población

Individuo	Aptitud
Individuo 1	1276
Individuo 2	1289

Fuente: Elaboración propia

El proceso de evaluación del algoritmo genético se puede describir de igual forma en pseudocódigo para dar un mayor detalle de las actividades que encierran esta fase indicada en la Figura 38Figura 34:

INICIO

Establecer $i = 0$: Posición i – ésimo del individuo dentro de la Población

Establecer $Aptitud = 0$: Valor de Aptitud de un individuo

MIENTRAS $i < N$

INICIO

Establecer $i = i + 1$

Seleccionar I_i : Individuo i – ésimo de la población

Calcular $Aptitud = F(I_i)$

Establecer $F_{t(i)} = Aptitud$

FIN

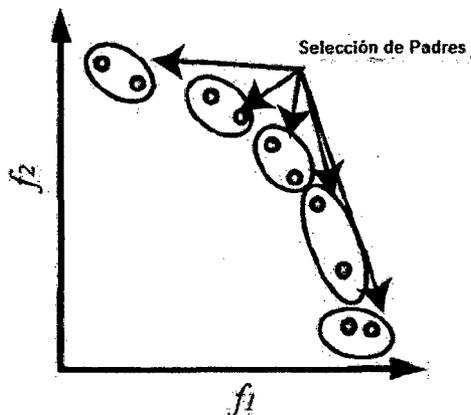
FIN

6.9. CRUCE

En el proceso de cruce tiene por objetivo crear los nuevos individuos de la población, tomando como base la información de los individuos existentes, esta etapa se inicia con un proceso de selección o agrupamiento por proximidad; identificando la proximidad en forma secuencial desde el individuo más apto al menos apto, la aptitud correspondiente a la función objetivo evaluada para esa generación de momento t . Este proceso toma dos individuos consecutivos I_i e I_{i+1} estos individuos se llaman padres A_i e A_{i+1} y posteriormente su proceso de cruce generará dos hijos H_i e H_{i+1} .

Este proceso de agrupación permite que los individuos más cercanos formen parejas, de tal forma que la aptitud resultante de los hijos contiene las características de los padres y por lo mismo se garantiza la explotación de las características de la población. El proceso de selección de padres cercanos se puede ver en la Figura 39.

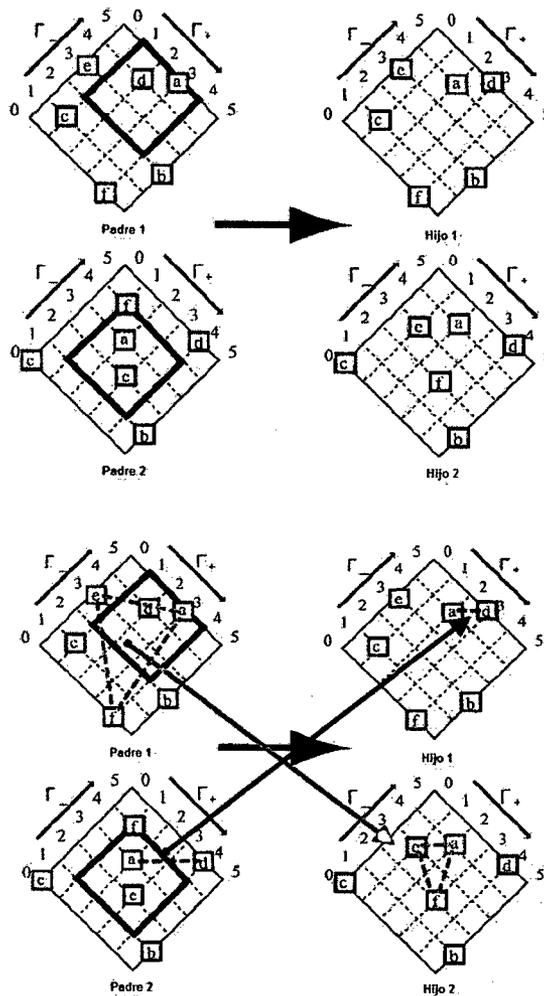
Figura 39 –Procesos de Selección



Fuente: S Watanabe y T. Hiroyasu

El operador de cruce para este algoritmo genético es el Placement-based Partially Exchanging Crossover PPEX propuesto por Nakay et al. para los modelos que usan pares secuenciados. El proceso de cruce requiere definir aleatoriamente una región o ventana dentro de la grilla oblicua del par secuenciado, seguido el proceso de cruce intercambia los bloques dentro de las ventanas de cada padre, luego intercambia los bloques fuera de la ventana de acuerdo a la secuencia del padre y finalmente es copiado al hijo. Ver Figura 40

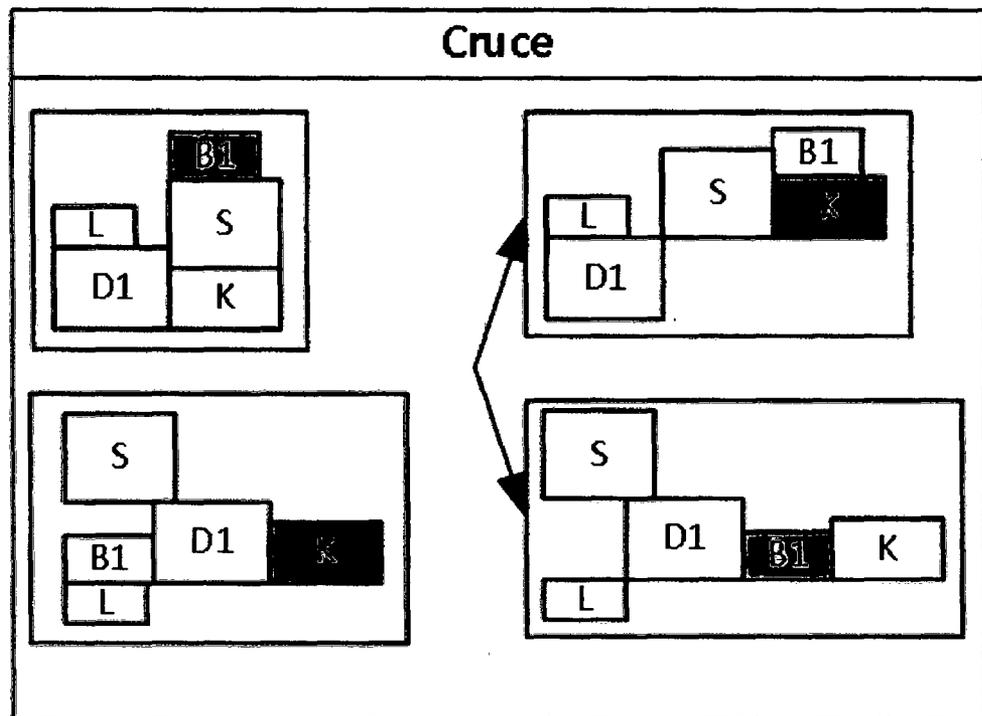
Figura 40 –Proceso de Cruce



En la Figura 41 se muestra dos individuos padres que mediante el proceso de cruce crean dos hijos, en la figura se indica que ambiente es el que muta, la operación de mutación se aplica sobre el par secuenciado, por consiguiente el resultado siempre tiene la característica que :

- Los ambientes no se superponen
- La variación de la posición relativa de un ambiente afecta directamente la posición relativa de los demás ambientes.

Figura 41 - Cruce de Dos Individuos



Fuente: Elaboración propia

El proceso de cruce del algoritmo genético se puede describir de igual forma en pseudocódigo para dar un mayor detalle de las actividades que encierran esta fase indicada en la Figura 41:

INICIO

Establecer $i = 0$: Posición i – ésimo del individuo dentro de la Población

Ordenar individuos de P_t , en función del objetivo a evaluar

MIENTRAS $i < N$

INICIO

Establecer $i = i + 1$

Seleccionar $I_i = P_{t(i)}$: Individuo i – ésimo de la población

Seleccionar $I_{i+1} = P_{t(i+1)}$: Individuo $i + 1$ – ésimo de la población

Establece $M_{c(i)} = Ventana(I_i)$

Establece $M_{c(i+1)} = Ventana(I_{i+1})$

Establece $M_{nc(i)} = NoVentana(I_i)$

Establece $M_{nc(i+1)} = NoVentana(I_{i+1})$

Intercambia($M_{c(i)}, M_{c(i+1)}$)

Establece $H_{(i)} = I_i$

Establece $H_{(i+1)} = I_{i+1}$

Establece $P_{t(i)} = H_i$

Establece $P_{t(i+1)} = H_{i+1}$

FIN

FIN

6.10. MUTACIÓN

El operador de mutación usado corresponde al tercer elemento de la codificación, es decir el valor del bit de orientación θ_{ic} de cada individuo representa la mutación para el bloque c –ésimo del individuo i –ésimo; este valor es binario, es decir solo puede ser 0 ó 1. Cuando $\theta = 0$ entonces el bloque se direcciona en el eje de la Abscisas X; sino cuando el valor de $\theta = 1$ entonces el bloque se direcciona en el eje de la Ordenadas Y. El desarrollo del proceso de mutación se realiza mediante el siguiente pseudocódigo:

INICIO

Establecer $i = 0$: Posición i –ésimo del individuo dentro de la Población

MIENTRAS $i < N * T_{Mutación}$

INICIO

Establecer $i = i + 1$

Establecer $k = \text{Aleatorio}(N * T_{Mutación})$

Seleccionar I_k : Individuo k –ésimo de la población

SI $\theta_i = 1$ **ENTONCES** $\theta_i = 0$

SINO $\theta_i = 1$

FIN

FIN

6.11. MIGRACIÓN

La operación de migración evalúa la aptitud de todos los padres y todos los hijos, para una población de $2N$ individuos. Para reducir el número de individuos se aplica un proceso de selección del entorno. La selección de entorno, permite que los individuos más aptos sean los que pasen a la siguiente generación, es un proceso. De manera general no todos los hijos ni todos los padres pasarán a la siguiente generación de N individuos.

7. EXPERIMENTACIÓN

7.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

La investigación será del tipo experimental, se utilizará el algoritmo genético desarrollado para encontrar las soluciones a los problemas descritos; el porcentaje de óptimo relativo será la variable a utilizar para la prueba estadística de la hipótesis. Esta métrica de calidad de la solución se mide con respecto al área de la solución encontrada, respecto a la superficie espacio de soluciones. Mientras en el algoritmo genético busca medir con qué rapidez se mejora la solución, la métrica de calidad obtiene el valor de referencia para medir el desempeño del algoritmo que es del tipo NCGA.

La técnica que se aplicará para la prueba de hipótesis será a través de un diseño de experimentos. El objetivo del diseño de experimentos es determinar si el tratamiento de los parámetros del modelo produce alguna mejora o no en el proceso. La medición de la variable “porcentaje error relativo” se hará mediante la validación del Área S fuera del Espacio Solución, respecto del Área de la Solución y se comprobarán para los experimentos: Modelo Tipo 1, Modelo Tipo 2, Modelo Tipo 3 y Modelo Tipo 4. El criterio de terminación del algoritmo NCGA para esta investigación corresponde a encontrar un individuo con error igual a cero, es decir que la solución corresponda a una distribución válida o en su defecto finalizar con el total de generaciones especificadas para el experimento.

Para el caso de la prueba de hipótesis se establecen el siguiente rango de aceptación para el error, según la fórmula indicada en la sección 1.3.

$$\mu_{\text{Grupo experimental}} \leq 1 + t_{\alpha, n-1} * \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

α : 5% para tener una confianza del 95%

n: grados de libertad igual 299

Estadístico t-student = 1.2816

Debido a que la prueba corresponde a evaluar una sola cola, se tomara como valor de rechazo un valor mayor a 1 lo que hace más estricta la prueba al usar el rango de aceptación; por lo tanto para valores de error promedio menores de 1 se aceptará la hipótesis nula y se rechazará la hipótesis alternativa.

7.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes del modelo, que se usarán en la experimentación para hallar los parámetros que optimizan el modelo se muestran en el Cuadro 12:

Cuadro 12 - Parámetros del Modelo

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
N	Tamaño de la Población	Tamaño de la Población
G	Cantidad de Generaciones	Cantidad de Generaciones
TMutación	Tasa de Mutación	Porcentaje de los N individuos que serán mutados

Fuente: Elaboración Propia

7.3. EXPERIMENTO 1

Para el experimento se han tomado los 5 ambientes del Módulo Tipo 1 de la sección 5.3.1. Se han realizado 300 pruebas por cada terna de variables, correspondientes a las combinaciones de los siguientes parámetros:

$$N = \{10,25,50,100\},$$

$$G = \{500,1000,5000,10000\}$$

$$T_{Mutación} = \{5\%, 10\%, 15\%\}$$

Con los siguientes resultados:

Cuadro 13 - Resultados con Tasa de Mutación 5%

Resultado Promedio	N : Número de Individuos								
	10		25		50		100		
	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	
G: Número de Generaciones	500	16.16	0.19	3.80	0.01	1.99	0.01	1.12	0.01
	1000	33.14	0.20	4.07	0.01	1.93	0.02	1.16	0.00
	2500	72.35	0.43	4.46	0.01	1.88	0.01	1.01	0.01
	5000	66.00	0.19	3.54	0.01	1.85	0.01	1.11	0.01
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 5% Tasa de Mutación									

Cuadro 14 - Resultados con Tasa de Mutación 10%

Resultado Promedio	N : Número de Individuos								
	10		25		50		100		
	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	
G: Número de Generaciones	500	14.173	0.147	3.293	0.018	1.750	0.020	0.947	0.008
	1000	30.847	0.099	4.710	0.018	2.003	0.030	1.170	0.022
	2500	43.371	0.243	4.040	0.023	1.839	0.013	1.227	0.017
	5000	87.572	0.205	19.936	0.031	1.766	0.011	1.003	0.010
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 10% Tasa de Mutación									

Cuadro 15 - Resultados con Tasa de Mutación 15%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	10.523	0.165	3.410	0.014	1.937	0.026	1.137	0.016
	1000	18.540	0.151	3.743	0.042	1.733	0.022	0.993	0.014
	2500	37.224	0.173	3.425	0.047	1.833	0.030	1.100	0.007
	5000	90.458	0.125	3.692	0.032	1.763	0.021	1.187	0.034
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 15% Tasa de Mutación									

De los cuadros 13,14, y 15 se puede observar que los errores van disminuyendo directamente proporcional a la cantidad de individuos presentes en la población, mientras que el mismo comportamiento no se observa cuando el número de generaciones ejecutado va en aumento, debido principalmente al criterio de terminación que no logra encontrar una solución y se llega a realizar todas las migraciones

La evidencia del criterio de terminación se indica en los cuadros 16, 17 y 18 donde existen valores donde la Generación G Máxima es igual al número de generaciones máximo de la prueba

Cuadro 16 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	16.16	499.00	3,028.89
1000	0.00	33.14	999.00	23,162.12
2500	0.00	72.35	2,499.00	142,476.12
5000	0.00	66.00	4,999.00	255,817.65
25				
500	0.00	3.80	120.00	68.97
1000	0.00	4.07	56.00	44.29
2500	0.00	4.46	193.00	141.34
5000	0.00	3.54	76.00	43.20
50				
500	0.00	1.99	35.00	8.56
1000	0.00	1.93	17.00	5.36
2500	0.00	1.88	19.00	6.33
5000	0.00	1.85	17.00	6.04
10				
500	0.00	1.12	7.00	1.93
1000	0.00	1.16	9.00	2.14
2500	0.00	1.01	11.00	2.02
5000	0.00	1.11	11.00	2.08
T = 5% Tasa de Mutación				

En el Anexo 5 se detallan los valores de generaciones, padres, hijos y mutaciones que corresponden a la pruebas 0 para los siguientes parámetros G=500, N=10, T=5%

**Cuadro 17 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación
10%**

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
@ Generaciones				
10				
500	0.00	14.17	499.00	1,971.62
1000	0.00	30.85	999.00	19,037.03
2500	0.00	43.37	2,499.00	83,438.93
5000	0.00	87.57	4,999.00	347,601.44
25				
500	0.00	3.29	26.00	17.15
1000	0.00	4.71	261.00	258.94
2500	0.00	4.04	149.00	93.31
5000	0.00	19.94	4,999.00	83,491.27
50				
500	0.00	1.75	9.00	3.45
1000	0.00	2.00	14.00	6.04
2500	0.00	1.84	13.00	5.85
5000	0.00	1.77	31.00	6.83
10				
500	0.00	0.95	7.00	1.54
1000	0.00	1.17	24.00	3.72
2500	0.00	1.23	9.00	2.63
5000	0.00	1.00	8.00	1.63
T = 10% Tasa de Mutación				

Cuadro 18 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	10.52	499.00	1,765.04
1000	0.00	18.54	999.00	10,200.00
2500	0.00	37.22	2,499.00	62,581.81
5000	0.00	90.46	4,999.00	411,342.05
25				
500	0.00	3.41	46.00	24.87
1000	0.00	3.74	122.00	70.70
2500	0.00	3.42	85.00	42.23
5000	0.00	3.69	45.00	26.17
50				
500	0.00	1.94	21.00	6.23
1000	0.00	1.73	14.00	5.22
2500	0.00	1.83	18.00	5.65
5000	0.00	1.76	13.00	4.53
10				
500	0.00	1.14	8.00	2.24
1000	0.00	0.99	13.00	2.12
2500	0.00	1.10	8.00	2.07
5000	0.00	1.19	19.00	3.32
T = 15% Tasa de Mutación				

En el Anexo 1 se presenta un subconjunto de las pruebas realizadas donde se aprecian 20 resultados para cada combinación de variables que corresponde al 8% de la información que sustenta los resultados del modelo.

7.4. EXPERIMENTO 2

Para el experimento se han tomado los 5 ambientes del Módulo Tipo 2 de la sección 5.3.2. Se han realizado 300 pruebas por cada terna de variables, correspondientes a las combinaciones de los siguientes parámetros:

$$N = \{10,25,50,100\},$$

$$G = \{500,1000,5000,10000\}$$

$$T_{Mutación} = \{5\%, 10\%, 15\%\}$$

Con los siguientes resultados:

Cuadro 19 - Resultados con Tasa de Mutación 5%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	15.702	0.145	3.696	0.040	1.369	0.028	0.817	0.013
	1000	31.039	0.167	7.008	0.049	1.360	0.025	0.801	0.010
	2500	48.676	0.208	5.304	0.034	4.166	0.024	0.839	0.008
	5000	113.875	0.160	13.266	0.042	1.409	0.025	0.879	0.011
C = 4 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 5% Tasa de Mutación									

Cuadro 20 - Resultados con Tasa de Mutación 10%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	15.641	0.135	5.677	0.052	1.336	0.022	0.753	0.017
	1000	28.501	0.122	9.167	0.058	2.353	0.038	0.863	0.016
	2500	47.534	0.160	16.553	0.052	1.323	0.026	0.865	0.014
	5000	132.857	0.164	46.497	0.060	1.178	0.026	0.837	0.009
C = 4 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 10% Tasa de Mutación									

Cuadro 21 - Resultados con Tasa de Mutación 15%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	12.563	0.138	4.912	0.053	1.982	0.032	0.884	0.014
	1000	22.294	0.123	3.491	0.045	2.392	0.044	0.872	0.013
	2500	60.930	0.150	30.098	0.080	6.998	0.036	0.832	0.014
	5000	88.402	0.110	8.068	0.046	6.819	0.033	0.803	0.022
C = 4 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 15% Tasa de Mutación									

De los cuadros 19, 20, y 21 se puede observar que los errores van disminuyendo directamente proporcional a la cantidad de individuos presentes en la población, mientras que el mismo comportamiento no se observa cuando el número de generaciones ejecutado va en aumento, debido principalmente al criterio de terminación que no logra encontrar una solución y se llega a realizar todas las migraciones

La evidencia del criterio de terminación se indica en los cuadros 22, 23 y 24 donde existen valores donde la Generación G Máxima es igual al número de generaciones máximo de la prueba.

Cuadro 22 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	15.70	499.00	4,703.04
1000	0.00	31.04	999.00	23,350.04
2500	0.00	48.67	2,499.00	101,505.16
5000	0.00	113.88	4,999.00	507,501.75
25				
500	0.00	3.70	208.00	606.95
1000	0.00	7.01	354.00	4,406.46
2500	0.00	5.30	900.00	6,983.44
5000	0.00	13.27	1,701.00	55,505.22
50				
500	0.00	1.37	28.00	8.66
1000	0.00	1.36	19.00	5.63
2500	0.00	4.17	840.00	6,949.25
5000	0.00	1.41	36.00	15.93
10				
500	0.00	0.82	6.00	1.47
1000	0.00	0.80	10.00	1.76
2500	0.00	0.84	24.00	5.37
5000	0.00	0.88	11.00	2.86
T = 5% Tasa de Mutación				

**Cuadro 23 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación
10%**

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
C: Generaciones				
10				
500	0.00	15.64	397.00	4,609.49
1000	0.00	28.50	671.00	21,232.59
2500	0.00	47.53	1,690.00	101,584.69
5000	0.00	132.86	3,415.00	587,573.24
25				
500	0.00	5.68	176.00	1,661.08
1000	0.00	9.17	427.00	6,604.53
2500	0.00	16.55	964.00	34,387.81
5000	0.00	46.50	3,334.00	218,765.19
50				
500	0.00	1.34	14.00	5.33
1000	0.00	2.35	339.00	1,109.41
2500	0.00	1.32	14.00	5.82
5000	0.00	1.18	17.00	3.96
10				
500	0.00	0.75	7.00	1.45
1000	0.00	0.86	12.00	2.31
2500	0.00	0.87	20.00	4.08
5000	0.00	0.84	8.00	1.86
T = 10% Tasa de Mutación				

**Cuadro 24 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación
15%**

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	12.56	368.00	3,618.89
1000	0.00	22.29	714.00	16,102.29
2500	0.00	60.93	1,677.00	128,789.79
5000	0.00	88.40	3,405.00	406,910.75
25				
500	0.00	4.91	183.00	1,366.63
1000	0.00	3.49	377.00	1,146.42
2500	0.00	30.10	865.00	67,411.06
5000	0.00	8.07	1,684.00	27,898.44
50				
500	0.00	1.98	175.00	281.76
1000	0.00	2.39	339.00	1,111.09
2500	0.00	7.00	840.00	13,885.06
5000	0.00	6.82	1,672.00	27,844.81
10				
500	0.00	0.88	11.00	2.70
1000	0.00	0.87	16.00	4.20
2500	0.00	0.83	10.00	2.58
5000	0.00	0.80	12.00	2.06
T = 15% Tasa de Mutación				

En el Anexo 2 se presenta un subconjunto de las pruebas realizadas donde se aprecian 20 resultados para cada combinación de variables que corresponde al 8% de la información que sustenta los resultados del modelo.

7.5. EXPERIMENTO 3

Para el experimento se han tomado los 5 ambientes del Módulo Tipo 3 de la sección 5.3.3. Se han realizado 300 pruebas por cada terna de variables, correspondientes a las combinaciones de los siguientes parámetros:

$$N = \{10,25,50,100\},$$

$$G = \{500,1000,5000,10000\}$$

$$T_{Mutación} = \{5\%, 10\%, 15\%\}$$

Con los siguientes resultados:

Cuadro 25 - Resultados con Tasa de Mutación 5%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	1.897	0.023	0.503	0.007	0.320	0.000	0.080	0.002
	1000	2.300	0.027	0.443	0.009	0.247	0.002	0.073	0.000
	2500	0.883	0.036	0.483	0.000	0.293	0.000	0.087	0.000
	5000	1.405	0.020	0.535	0.002	0.231	0.000	0.094	0.000
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 5% Tasa de Mutación									

Cuadro 26 - Resultados con Tasa de Mutación 10%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	1.993	0.032	0.503	0.002	0.283	0.005	0.100	0.002
	1000	0.910	0.031	0.640	0.002	0.233	0.000	0.080	0.000
	2500	1.264	0.025	1.395	0.013	0.207	0.000	0.074	0.000
	5000	2.408	0.016	0.475	0.002	0.278	0.004	0.077	0.000
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 10% Tasa de Mutación									

Cuadro 27 - Resultados con Tasa de Mutación 15%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	1.367	0.032	0.460	0.007	0.280	0.000	0.100	0.002
	1000	1.827	0.029	0.477	0.002	0.203	0.000	0.077	0.000
	2500	1.268	0.038	0.552	0.007	0.271	0.000	0.077	0.000
	5000	2.080	0.023	0.498	0.002	0.268	0.004	0.064	0.000
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 15% Tasa de Mutación									

De los cuadros 25, 26, y 27 se puede observar que los errores van disminuyendo directamente proporcional a la cantidad de individuos presentes en la población, mientras que el mismo comportamiento no se observa cuando el número de generaciones ejecutado va en aumento, debido principalmente al criterio de terminación que no logra encontrar una solución y se llega a realizar todas las migraciones

La evidencia del criterio de terminación se indica en los cuadros 28, 29 y 30 donde existen valores donde la Generación G Máxima es igual al número de generaciones máximo de la prueba.

Cuadro 28 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
10 Generaciones				
10				
500	0.00	1.90	166.00	121.73
1000	0.00	2.30	266.00	271.90
2500	0.00	0.88	7.00	1.60
5000	0.00	1.40	46.00	16.10
25				
500	0.00	0.50	6.00	0.79
1000	0.00	0.44	8.00	0.61
2500	0.00	0.48	9.00	0.72
5000	0.00	0.54	28.00	3.30
50				
500	0.00	0.32	6.00	0.52
1000	0.00	0.25	4.00	0.31
2500	0.00	0.29	3.00	0.29
5000	0.00	0.23	3.00	0.25
10				
500	0.00	0.08	2.00	0.08
1000	0.00	0.07	2.00	0.09
2500	0.00	0.09	2.00	0.09
5000	0.00	0.09	2.00	0.11
T = 5% Tasa de Mutación				

Cuadro 29 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 10%

N: Número Individuos	Minimo	Promedio	Máximo	Varianza
C: Generaciones				
10				
500	0.00	1.99	194.00	154.80
1000	0.00	0.91	16.00	2.84
2500	0.00	1.26	72.00	29.50
5000	0.00	2.41	248.00	334.36
25				
500	0.00	0.50	3.00	0.53
1000	0.00	0.64	20.00	3.93
2500	0.00	1.39	243.00	197.58
5000	0.00	0.47	4.00	0.47
50				
500	0.00	0.28	3.00	0.30
1000	0.00	0.23	4.00	0.27
2500	0.00	0.21	2.00	0.20
5000	0.00	0.28	4.00	0.34
10				
500	0.00	0.10	2.00	0.12
1000	0.00	0.08	2.00	0.09
2500	0.00	0.07	4.00	0.12
5000	0.00	0.08	2.00	0.08
T = 10% Tasa de Mutación				

Cuadro 30 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	1.37	107.00	40.59
1000	0.00	1.83	145.00	131.32
2500	0.00	1.27	33.00	8.06
5000	0.00	2.08	218.00	184.64
25				
500	0.00	0.46	5.00	0.62
1000	0.00	0.48	10.00	1.18
2500	0.00	0.55	12.00	1.47
5000	0.00	0.50	8.00	0.82
50				
500	0.00	0.28	4.00	0.34
1000	0.00	0.20	4.00	0.24
2500	0.00	0.27	4.00	0.31
5000	0.00	0.27	4.00	0.33
10				
500	0.00	0.10	2.00	0.10
1000	0.00	0.08	2.00	0.08
2500	0.00	0.08	2.00	0.10
5000	0.00	0.06	1.00	0.06
T = 15% Tasa de Mutación				

En el Anexo 3 se presenta un subconjunto de las pruebas realizadas donde se aprecian 20 resultados para cada combinación de variables que corresponde al 8% de la información que sustenta los resultados del modelo.

7.6. EXPERIMENTO 4

Para el experimento se han tomado los 5 ambientes del Módulo Tipo 4 de la sección 5.3.4. Se han realizado 300 pruebas por cada terna de variables, correspondientes a las combinaciones de los siguientes parámetros:

$$N = \{10,25,50,100\},$$

$$G = \{500,1000,5000,10000\}$$

$$T_{Mutación} = \{5\%, 10\%, 15\%\}$$

Con los siguientes resultados:

Cuadro 31 - Resultados con Tasa de Mutación 5%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	29.050	0.221	6.783	0.104	1.797	0.075	1.250	0.026
	1000	57.677	0.274	16.510	0.129	1.903	0.053	1.170	0.029
	2500	72.793	0.157	10.970	0.093	10.323	0.063	1.421	0.015
	5000	274.221	0.269	35.722	0.115	2.147	0.066	1.435	0.023
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 5% Tasa de Mutación									

Cuadro 32 - Resultados con Tasa de Mutación 10%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	30.757	0.226	13.233	0.137	1.973	0.041	1.213	0.042
	1000	53.747	0.236	22.150	0.154	4.823	0.084	1.340	0.025
	2500	97.967	0.213	44.224	0.118	1.923	0.066	1.294	0.025
	5000	308.592	0.270	119.080	0.146	1.492	0.063	1.431	0.017
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 10% Tasa de Mutación									

Cuadro 33 - Resultados con Tasa de Mutación 15%

Resultado Promedio		N : Número de Individuos							
		10		25		50		100	
		Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error	Solución	Error
G: Número de Generaciones	500	25.800	0.219	10.867	0.139	3.730	0.069	1.417	0.023
	1000	46.517	0.190	6.253	0.090	5.240	0.109	1.547	0.026
	2500	144.298	0.240	86.318	0.188	18.890	0.079	1.318	0.034
	5000	172.669	0.181	20.013	0.104	18.428	0.072	1.157	0.031
C = 5 Cantidad de Cromosomas									
W = 3 Longitud de la Ventana de Cruce									
T = 15% Tasa de Mutación									

De los cuadros 31, 32, y 33 se puede observar que los errores van disminuyendo directamente proporcional a la cantidad de individuos presentes en la población, mientras que el mismo comportamiento no se observa cuando el número de generaciones ejecutado va en aumento, debido principalmente al criterio de terminación que no logra encontrar una solución y se llega a realizar todas las migraciones

La evidencia del criterio de terminación se indica en los cuadros 28, 29 y 30 donde existen valores donde la Generación G Máxima es igual al número de generaciones máximo de la prueba.

Cuadro 34 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 5%

N: Número Individuos	Minimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	29.05	499.00	10,958.50
1000	0.00	57.68	999.00	46,616.11
2500	0.00	72.79	2,499.00	162,037.76
5000	0.00	274.22	4,999.00	1,266,671.51
25				
500	0.00	6.78	499.00	1,751.09
1000	0.00	16.51	999.00	13,174.49
2500	0.00	10.97	2,499.00	20,808.25
5000	0.00	35.72	4,999.00	166,469.17
50				
500	0.00	1.80	43.00	16.92
1000	0.00	1.90	35.00	11.22
2500	0.00	10.32	2,499.00	20,841.14
5000	0.00	2.15	88.00	41.52
10				
500	0.00	1.25	9.00	2.39
1000	0.00	1.17	19.00	3.06
2500	0.00	1.42	59.00	14.02
5000	0.00	1.43	21.00	6.39
T = 5% Tasa de Mutación				

**Cuadro 35 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación
10%**

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
Ct Generaciones				
10				
500	0.00	30.76	499.00	11,702.04
1000	0.00	53.75	999.00	44,657.90
2500	0.00	97.97	2,499.00	221,285.64
5000	0.00	308.59	4,999.00	1,414,783.93
25				
500	0.00	13.23	499.00	4,965.58
1000	0.00	22.15	999.00	19,550.71
2500	0.00	44.22	2,499.00	102,872.54
5000	0.00	119.08	4,999.00	572,803.81
50				
500	0.00	1.97	31.00	12.25
1000	0.00	4.82	999.00	3,321.93
2500	0.00	1.92	27.00	11.40
5000	0.00	1.49	17.00	4.71
10				
500	0.00	1.21	13.00	2.70
1000	0.00	1.34	11.00	3.11
2500	0.00	1.29	47.00	9.50
5000	0.00	1.43	13.00	3.88
T = 10% Tasa de Mutación				

Cuadro 36 - Análisis de Generación Solución con Tasa de Mutación 15%

N: Número Individuos	Mínimo	Promedio	Máximo	Varianza
G: Generaciones				
10				
500	0.00	25.80	499.00	9,051.04
1000	0.00	46.52	999.00	37,975.56
2500	0.00	144.30	2,499.00	323,779.50
5000	0.00	172.67	4,999.00	809,205.54
25				
500	0.00	10.87	499.00	4,074.40
1000	0.00	6.25	999.00	3,367.38
2500	0.00	86.32	2,499.00	202,189.48
5000	0.00	20.01	4,999.00	83,668.34
50				
500	0.00	3.73	499.00	838.72
1000	0.00	5.24	999.00	3,327.80
2500	0.00	18.89	2,499.00	41,649.21
5000	0.00	18.43	4,999.00	83,529.55
10				
500	0.00	1.42	23.00	5.76
1000	0.00	1.55	33.00	10.40
2500	0.00	1.32	21.00	5.57
5000	0.00	1.16	15.00	2.80
T = 15% Tasa de Mutación				

En el Anexo 4 se presenta un subconjunto de las pruebas realizadas donde se aprecian 20 resultados para cada combinación de variables que corresponde al 8% de la información que sustenta los resultados del modelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos a través de la experimentación, se formulan las siguientes conclusiones:

- El problema de Rectangular de espacio con Múltiples Objetivos para necesidades de Viviendas Unifamiliares puede ser representada bajo en el modelo de región de grillas que plantea esta investigación
- Los parámetros del modelo de solución se optimizan (mejores resultados) para poblaciones (N) de 50 individuos, generaciones (G) de 1000 y Tasa de Mutación de 0.10%. ya que los valores de efectividad del modelo fueron superiores los menores en su conjunto (las 300 pruebas)
- El error obtenido para las variables que optimizan el modelo es inferior al 1%, lo que es indicativo que la totalidad de ambiente solución se ha distribuido dentro del Espacio Solución con lo que podemos afirmar que se ha demostrado la hipótesis.
- En el estudio se evalúa la proximidad y la colindancia de manera alternada, esto permite evitar una convergencia de identidad y al mismo tiempo convergencia de aptitud
- Se identificaron tres parámetros dentro del modelo propuesto. Los valores propuestos para la experimentación fueron determinados a partir de trabajos de investigación previos. De esta manera cada uno de los parámetros tenía al menos 3 valores propuestos y en base a la experimentación se obtuvieron los valores óptimos.
- En base a los resultados se puede afirmar que el error del modelo se incrementa para valores de mutación inferiores al 10% y valores poblacionales inferiores a 50 individuos.

- Asimismo se puede afirmar que el incremento de generación e individuos de la población no aportan una mejora significativa al modelo por lo que los valores de mutación superiores a 10% en conjunto con valores poblacionales mayores a 50 individuos, sólo aportan costo computacional mas no efectividad en el resultado.
- Respecto al tiempo de solución, el modelo ha demostrado encontrar soluciones con error dentro de lo esperado (<1%) con un costo computacional bajo, sin embargo en modelos con áreas solución muy cercanas a las áreas a distribuir afectan el tiempo de encontrar soluciones debido a que las combinaciones que el modelo deben realizar (que se traduce en generaciones de individuos) requiere de un mayor tiempo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un análisis más profundo y buscar la forma de aplicar la herramienta para distribuciones superiores a los requerimientos de Vivienda Unifamiliar.
- Se recomienda utilizar el modelo en conjunto con otra herramienta que incorporen las preferencias de los clientes dentro de la búsqueda de soluciones, debido a que un mayor número de ambientes requiere un mayor número de restricciones para encontrar soluciones en el menor tiempo.
- Se recomienda utilizar el modelo inicialmente en conjunto con los procedimientos normales a fin de identificar y contrastar las soluciones del modelo con lo que propone un especialista, de tal forma de mejorar la precisión del modelo.
- Se recomienda para estudios posteriores la utilización de los resultados obtenidos de la experimentación como parámetro endógeno del modelo de tal forma que el modelo permita mejorar los valores de precisión obtenidos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Algoritmos Genéticos, método heurístico basado en generación de poblaciones y selección natural para encontrar soluciones a problemas con alto costo computacional

Planos de Arquitectura, elemento descriptivo que muestra la distribución de ambientes dentro de un área delimitada.

Distribución de Espacios, es el proceso de ubicar ambientes de áreas definidas mediante pasos ordenados que hacen que el resultado de la distribución sea un área habitable.

Multiobjetivo, característica que indica la presencia de un objetivo de la forma $F = f(F_1, \dots, F_n)$ donde pueden existir relaciones de dependencia entre los diferentes objetivos.

NP-Hard: es un problema de optimización combinatoria discreta que se caracteriza por el rápido y complejo crecimiento computacional en función de la cantidad de variables exógenas que implemente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. K. a. P. Dan, «The Scope of Genetic Algorithms in Dealing with Facility Layout Problem,» *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 21, nº 2, pp. 39-49, 2010.
- [2] S. V. N. a. B. W. G. Dhamodharan Raman, «A genetic algorithm and queueing theory base methodology for facility layout problem.,» de *International journal of Production Research Vol.47 Nro 20*, Francis & Group, Octubre 2009, p. 5611–5635.
- [3] M. Mitchell, *An introduction to Genetic Algorithms*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 199.
- [4] T. Wiese, *Global Optimization Algorithms - Theory and Application*, 2009.
- [5] M. Y. M. J. D. B. N. Rafiq, «Conceptual Building Design - An Evolutionary approach,» *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, Julio 2003.
- [6] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), «Compendio Estadístico,» INEI, Lima, 2010.
- [7] M. d. Vivienda, « Norma A. 010 Condiciones Generales de Diseño,» *D.S. N 011-2006-VIVIENDA*, vol. TÍTULO III.1 Arquitectura, 2006.
- [8] M. d. Vivienda, «Resolución Ministerial N. 092-2011,» 2011.
- [9] C. C. A. L. G. B. Coello, *Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms*, World Scientific Publishing Co., 2005.
- [10] T. Ray, «Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms in Engineering Design,» de *Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms*, River Edge, NJ, USA , World Scientific Publishing Co., 2005, pp. 29-52.
- [11] S. Wanabe. y. T. Hiroyasu, «Multi-Objective Rectangular Packing Problem,» 2005.
- [12] H. Varian, *Microeconomía Intermedia: Un enfoque actual*. 8va Edición,

Prentice Hall., 2012.

- [13] M. B. y. M. A. Osorio-Lama, «GENETIC OPERATORS FOR THE MULTIOBJECTIVE FLOWSHOW PROBLEM,» *REVISTA INVESTIGACIÓN OPERACIONAL*, vol. 29, nº 2, pp. 95-105, 2007.
- [14] Ministerio de Vivienda, « Condiciones Generales del Diseni,» de *TÍTULO III.1 Arquitectura NORMA A.010 D.S. 011*, Lima, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 1

Prueba	G	N	Tasa Mutación	Generación	Aptitud	Error	ParSecuenciado
0	500	10	0.05	11	1147	0.00	[K, B1, S, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	25	0.05	2	320	0.00	[K, D1, S, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	50	0.05	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	100	0.05	1	1247	0.00	[D1, S, L, B1, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.1	0	475	0.00	[D1, K, L, B1, S, B1, L, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	25	0.1	0	418	0.00	[B1, L, S, K, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	50	0.1	2	310	0.00	[S, L, D1, B1, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	100	0.1	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.15	7	1167	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	25	0.15	24	300	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	50	0.15	2	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	100	0.15	2	404	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
12	1000	10	0.05	8	460	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
13	1000	25	0.05	1	1024	0.00	[S, B1, K, D1, L, K, L, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
14	1000	50	0.05	2	405	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, B1, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
15	1000	100	0.05	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
16	1000	10	0.1	3	1120	0.00	[K, L, B1, D1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	1000	25	0.1	6	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
18	1000	50	0.1	2	460	0.00	[S, B1, K, L, D1, L, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
19	1000	100	0.1	0	270	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
20	1000	10	0.15	2	664	0.00	[L, B1, S, D1, K, S, K, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
21	1000	25	0.15	0	414	0.00	[K, S, B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
22	1000	50	0.15	0	474	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
23	1000	100	0.15	0	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
24	2500	10	0.05	4	578	0.00	[D1, B1, K, S, L, K, D1, L, S, B1, 0, 0, 1, 0, 0]
25	2500	25	0.05	2	564	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
26	2500	50	0.05	3	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
27	2500	100	0.05	2	230	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
28	2500	10	0.1	3	1247	0.00	[S, D1, L, K, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
29	2500	25	0.1	0	570	0.00	[D1, K, B1, L, S, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
30	2500	50	0.1	1	1059	0.00	[S, K, L, D1, B1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
31	2500	100	0.1	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
32	2500	10	0.15	5	1229	0.78	[S, D1, L, B1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
33	2500	25	0.15	4	458	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

34	2500	50	0.15	0	484	0.00	[B1, L, D1, K, S, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
35	2500	100	0.15	3	1162	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
36	5000	10	0.05	17	1147	0.76	[K, S, D1, L, B1, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 1, 0]
37	5000	25	0.05	0	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
38	5000	50	0.05	1	1232	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
39	5000	100	0.05	1	1232	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
40	5000	10	0.1	4	390	0.00	[S, L, B1, D1, K, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
41	5000	25	0.1	0	364	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
42	5000	50	0.1	1	1147	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
43	5000	100	0.1	0	404	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
44	5000	10	0.15	2	365	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, B1, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
45	5000	25	0.15	9	1247	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
46	5000	50	0.15	2	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
47	5000	100	0.15	0	405	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, B1, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
48	500	10	0.05	499	1166	8.84	[D1, B1, L, K, S, K, B1, S, L, D1, 1, 0, 0, 0, 0]
49	500	25	0.05	0	564	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
50	500	50	0.05	0	310	0.00	[S, K, L, B1, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
51	500	100	0.05	0	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
52	500	10	0.1	2	435	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, L, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
53	500	25	0.1	6	270	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
54	500	50	0.1	0	554	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
55	500	100	0.1	3	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
56	500	10	0.15	0	545	0.00	[D1, B1, L, S, K, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
57	500	25	0.15	0	684	0.00	[K, D1, L, S, B1, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
58	500	50	0.15	1	1247	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
59	500	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
60	1000	10	0.05	5	1120	0.00	[K, L, B1, D1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
61	1000	25	0.05	15	1247	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
62	1000	50	0.05	3	1232	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
63	1000	100	0.05	1	1247	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
64	1000	10	0.1	4	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
65	1000	25	0.1	6	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
66	1000	50	0.1	0	484	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
67	1000	100	0.1	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
68	1000	10	0.15	1	1147	0.00	[B1, K, S, L, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
69	1000	25	0.15	13	1147	0.00	[K, B1, S, L, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
70	1000	50	0.15	0	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
71	1000	100	0.15	2	350	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
72	2500	10	0.05	2	484	0.00	[K, S, L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
73	2500	25	0.05	4	475	0.00	[S, D1, K, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
74	2500	50	0.05	1	1247	0.00	[D1, S, L, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
75	2500	100	0.05	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

76	2500	10	0.1	3	1147	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
77	2500	25	0.1	1	1147	0.00	[L, B1, K, D1, S, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
78	2500	50	0.1	0	570	0.00	[D1, B1, L, S, K, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
79	2500	100	0.1	5	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
80	2500	10	0.15	5	1138	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
81	2500	25	0.15	2	440	0.37	[D1, S, K, L, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 1, 0]
82	2500	50	0.15	0	365	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, B1, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
83	2500	100	0.15	0	390	0.00	[S, L, B1, D1, K, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
84	5000	10	0.05	2	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
85	5000	25	0.05	1	1247	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
86	5000	50	0.05	3	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
87	5000	100	0.05	3	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
88	5000	10	0.1	9	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
89	5000	25	0.1	2	324	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
90	5000	50	0.1	1	1147	0.00	[L, B1, K, D1, S, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
91	5000	100	0.1	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
92	5000	10	0.15	0	754	0.00	[K, B1, S, D1, L, S, L, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
93	5000	25	0.15	1	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
94	5000	50	0.15	0	458	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
95	5000	100	0.15	0	390	0.00	[S, L, B1, D1, K, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
96	500	10	0.05	3	1067	0.00	[K, B1, S, D1, L, S, K, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
97	500	25	0.05	7	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
98	500	50	0.05	2	515	0.00	[K, D1, S, B1, L, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
99	500	100	0.05	1	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
100	500	10	0.1	7	1147	0.76	[S, B1, K, D1, L, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 1]
101	500	25	0.1	5	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
102	500	50	0.1	2	350	0.00	[S, K, D1, L, B1, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
103	500	100	0.1	3	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
104	500	10	0.15	3	979	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 1, 1, 0, 0, 0]
105	500	25	0.15	13	1147	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
106	500	50	0.15	4	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
107	500	100	0.15	1	1147	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
108	1000	10	0.05	6	484	0.00	[B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
109	1000	25	0.05	1	1247	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
110	1000	50	0.05	7	1232	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
111	1000	100	0.05	1	1232	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
112	1000	10	0.1	9	1147	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 1, 0, 0]
113	1000	25	0.1	4	294	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
114	1000	50	0.1	0	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
115	1000	100	0.1	2	300	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
116	1000	10	0.15	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
117	1000	25	0.15	13	1167	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

118	1000	50	0.15	0	430	0.00	[K, S, D1, L, B1, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
119	1000	100	0.15	0	554	0.00	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
120	2500	10	0.05	11	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
121	2500	25	0.05	11	1232	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
122	2500	50	0.05	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
123	2500	100	0.05	1	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
124	2500	10	0.1	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
125	2500	25	0.1	3	1247	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
126	2500	50	0.1	1	1147	0.00	[S, B1, L, K, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
127	2500	100	0.1	3	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
128	2500	10	0.15	4	458	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
129	2500	25	0.15	3	1247	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
130	2500	50	0.15	1	1232	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
131	2500	100	0.15	0	390	0.00	[S, L, B1, K, D1, B1, L, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
132	5000	10	0.05	4	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
133	5000	25	0.05	10	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
134	5000	50	0.05	1	1147	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
135	5000	100	0.05	0	554	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
136	5000	10	0.1	1	1147	0.00	[S, B1, L, K, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
137	5000	25	0.1	1	1232	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
138	5000	50	0.1	1	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
139	5000	100	0.1	0	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
140	5000	10	0.15	2	644	0.00	[K, B1, D1, S, L, D1, K, L, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
141	5000	25	0.15	4	230	0.00	[K, L, B1, D1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
142	5000	50	0.15	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
143	5000	100	0.15	1	1147	0.00	[S, B1, L, K, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
144	500	10	0.05	5	1132	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
145	500	25	0.05	4	230	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
146	500	50	0.05	6	294	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
147	500	100	0.05	3	1232	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
148	500	10	0.1	0	475	0.00	[D1, K, S, B1, L, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
149	500	25	0.1	8	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
150	500	50	0.1	1	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
151	500	100	0.1	1	1147	0.00	[S, B1, L, K, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
152	500	10	0.15	30	481	0.00	[D1, L, B1, K, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
153	500	25	0.15	6	200	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
154	500	50	0.15	3	1247	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
155	500	100	0.15	0	280	0.00	[D1, K, S, L, B1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
156	1000	10	0.05	4	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, S, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
157	1000	25	0.05	0	644	0.00	[K, L, D1, S, B1, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
158	1000	50	0.05	2	320	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
159	1000	100	0.05	3	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]

160	1000	10	0.1	2	320	0.00	[K, D1, S, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
161	1000	25	0.1	5	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
162	1000	50	0.1	0	564	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
163	1000	100	0.1	6	310	0.00	[D1, K, S, L, B1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 1, 0]
164	1000	10	0.15	9	1147	0.96	[S, B1, K, D1, L, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 1, 0]
165	1000	25	0.15	16	310	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 1, 1]
166	1000	50	0.15	2	418	0.00	[B1, L, S, K, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
167	1000	100	0.15	1	1232	0.00	[D1, B1, L, S, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
168	2500	10	0.05	4	395	0.00	[K, D1, L, B1, S, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
169	2500	25	0.05	0	594	0.00	[D1, L, B1, K, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
170	2500	50	0.05	1	1232	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
171	2500	100	0.05	1	1147	0.00	[L, K, B1, S, D1, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
172	2500	10	0.1	2499	1166	8.84	[D1, B1, K, L, S, K, B1, S, L, D1, 1, 0, 0, 0, 0]
173	2500	25	0.1	1	1144	0.00	[S, K, D1, L, B1, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
174	2500	50	0.1	2	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
175	2500	100	0.1	2	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
176	2500	10	0.15	41	1209	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 1, 1, 0, 0]
177	2500	25	0.15	0	320	0.00	[D1, K, S, L, B1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
178	2500	50	0.15	2	230	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
179	2500	100	0.15	1	1247	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
180	5000	10	0.05	7	1032	0.00	[K, L, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
181	5000	25	0.05	3	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
182	5000	50	0.05	17	1232	0.00	[S, B1, K, L, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 1, 0, 1, 0]
183	5000	100	0.05	0	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
184	5000	10	0.1	2	608	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
185	5000	25	0.1	0	380	0.00	[S, B1, D1, L, K, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
186	5000	50	0.1	1	1147	0.00	[B1, K, L, S, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
187	5000	100	0.1	0	515	0.00	[S, D1, K, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
188	5000	10	0.15	14	390	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
189	5000	25	0.15	2	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
190	5000	50	0.15	2	324	0.97	[S, L, D1, K, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 1, 0, 0, 0]
191	5000	100	0.15	1	1247	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
192	500	10	0.05	0	475	0.00	[D1, K, S, B1, L, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
193	500	25	0.05	3	1147	0.00	[L, K, D1, B1, S, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
194	500	50	0.05	7	1162	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 1, 0]
195	500	100	0.05	0	200	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
196	500	10	0.1	0	578	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
197	500	25	0.1	0	684	0.00	[K, D1, B1, S, L, D1, L, K, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
198	500	50	0.1	0	404	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
199	500	100	0.1	0	350	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
200	500	10	0.15	38	270	0.00	[K, S, L, B1, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 1, 1, 0]
201	500	25	0.15	0	554	0.00	[L, B1, S, K, D1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]

202	500	50	0.15	2	270	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
203	500	100	0.15	0	418	0.00	[B1, L, S, K, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
204	1000	10	0.05	3	1027	0.00	[B1, D1, S, L, K, L, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
205	1000	25	0.05	7	1152	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
206	1000	50	0.05	1	1147	0.00	[L, K, D1, B1, S, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
207	1000	100	0.05	0	404	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
208	1000	10	0.1	2	300	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
209	1000	25	0.1	0	594	0.00	[D1, L, K, B1, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
210	1000	50	0.1	2	475	0.00	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
211	1000	100	0.1	1	1147	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, B1, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
212	1000	10	0.15	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
213	1000	25	0.15	0	484	0.00	[S, L, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
214	1000	50	0.15	3	1247	0.00	[D1, S, L, B1, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
215	1000	100	0.15	0	380	0.00	[S, B1, D1, L, K, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
216	2500	10	0.05	0	564	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
217	2500	25	0.05	14	405	0.00	[D1, K, S, L, B1, K, B1, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
218	2500	50	0.05	0	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
219	2500	100	0.05	0	300	0.00	[K, B1, S, L, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
220	2500	10	0.1	1	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
221	2500	25	0.1	2	496	0.00	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 1, 0]
222	2500	50	0.1	0	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
223	2500	100	0.1	3	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
224	2500	10	0.15	2	460	0.00	[S, B1, L, K, D1, L, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
225	2500	25	0.15	1	1247	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
226	2500	50	0.15	1	1247	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
227	2500	100	0.15	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
228	5000	10	0.05	0	864	0.00	[B1, D1, S, L, K, L, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
229	5000	25	0.05	16	404	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
230	5000	50	0.05	0	460	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
231	5000	100	0.05	3	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
232	5000	10	0.1	4	418	0.00	[B1, L, S, K, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
233	5000	25	0.1	3	1147	0.47	[K, L, S, D1, B1, L, D1, K, B1, S, 0, 1, 0, 0, 0]
234	5000	50	0.1	2	308	0.00	[S, B1, K, L, D1, K, S, D1, L, B1, 0, 0, 1, 0, 0]
235	5000	100	0.1	0	458	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
236	5000	10	0.15	7	1147	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
237	5000	25	0.15	0	594	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
238	5000	50	0.15	2	310	0.00	[S, L, B1, D1, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
239	5000	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
240	500	10	0.05	1	1147	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
241	500	25	0.05	1	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
242	500	50	0.05	1	1147	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
243	500	100	0.05	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]

244	500	10	0.1	18	475	0.00	[D1, K, S, B1, L, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
245	500	25	0.1	7	1232	0.00	[D1, B1, L, S, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
246	500	50	0.1	0	504	0.00	[L, B1, K, D1, S, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
247	500	100	0.1	3	1247	0.00	[D1, L, B1, S, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
248	500	10	0.15	7	1232	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
249	500	25	0.15	0	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
250	500	50	0.15	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
251	500	100	0.15	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
252	1000	10	0.05	5	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
253	1000	25	0.05	13	1147	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
254	1000	50	0.05	1	1147	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
255	1000	100	0.05	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
256	1000	10	0.1	23	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
257	1000	25	0.1	3	1167	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
258	1000	50	0.1	1	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
259	1000	100	0.1	0	390	0.00	[D1, K, S, B1, L, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
260	1000	10	0.15	2	390	0.00	[S, L, D1, B1, K, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
261	1000	25	0.15	2	538	0.00	[K, L, D1, B1, S, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
262	1000	50	0.15	4	414	0.00	[K, S, B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
263	1000	100	0.15	5	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
264	2500	10	0.05	3	1247	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
265	2500	25	0.05	3	1159	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
266	2500	50	0.05	0	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
267	2500	100	0.05	0	364	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
268	2500	10	0.1	0	864	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
269	2500	25	0.1	1	1229	0.78	[S, L, D1, B1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
270	2500	50	0.1	5	1147	0.00	[L, B1, K, D1, S, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
271	2500	100	0.1	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
272	2500	10	0.15	5	1138	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 1, 0]
273	2500	25	0.15	2	498	0.00	[B1, L, K, S, D1, S, L, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
274	2500	50	0.15	3	1200	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 1]
275	2500	100	0.15	0	458	0.00	[S, L, D1, B1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
276	5000	10	0.05	4	568	0.00	[L, B1, S, D1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
277	5000	25	0.05	1	1159	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
278	5000	50	0.05	5	1247	0.00	[D1, S, L, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
279	5000	100	0.05	0	270	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
280	5000	10	0.1	9	1052	0.00	[S, L, D1, B1, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
281	5000	25	0.1	4	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
282	5000	50	0.1	2	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
283	5000	100	0.1	1	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
284	5000	10	0.15	8	540	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 1, 0]
285	5000	25	0.15	0	460	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

286	5000	50	0.15	0	545	0.00	[D1, B1, L, S, K, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0]
287	5000	100	0.15	0	374	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, K, S, L, B1, 0, 0, 0, 0]

ANEXO 2 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 2

Prueba	G	N	Tasa Mutación	Generación	Aptitud	Error	ParSecuenciado
0	500	10	0.05	6	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	25	0.05	3	1147	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	50	0.05	5	1247	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	100	0.05	1	1247	0.00	[D1, S, L, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.1	2	500	0.00	[K, S, D1, B1, L, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	25	0.1	2	570	0.00	[D1, K, B1, L, S, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	50	0.1	0	468	0.00	[S, B1, L, K, D1, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	100	0.1	0	300	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.15	3	1027	0.00	[D1, K, L, B1, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	25	0.15	1	1247	0.00	[D1, S, L, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	50	0.15	2	221	0.00	[K, S, B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, 1, 0, 0, 0, 0]
11	500	100	0.15	1	1229	0.37	[S, D1, L, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 1, 0, 0]
12	1000	10	0.05	5	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
13	1000	25	0.05	11	1200	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 1]
14	1000	50	0.05	2	524	0.00	[D1, B1, K, L, S, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	1000	100	0.05	0	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	1000	10	0.1	12	270	0.61	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 1]
17	1000	25	0.1	1	1087	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
18	1000	50	0.1	0	484	0.00	[K, S, L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
19	1000	100	0.1	1	1247	0.00	[S, D1, L, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
20	1000	10	0.15	3	1200	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 1, 1, 0]
21	1000	25	0.15	7	1247	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
22	1000	50	0.15	0	270	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
23	1000	100	0.15	2	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
24	2500	10	0.05	40	280	0.00	[D1, K, S, L, B1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
25	2500	25	0.05	0	390	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
26	2500	50	0.05	1	1247	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
27	2500	100	0.05	0	404	0.00	[D1, B1, S, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
28	2500	10	0.1	5	1087	0.00	[D1, B1, K, S, L, K, L, D1, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
29	2500	25	0.1	1	1247	0.00	[D1, S, B1, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
30	2500	50	0.1	1	1247	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
31	2500	100	0.1	1	1247	0.00	[D1, S, L, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
32	2500	10	0.15	0	754	0.00	[K, B1, S, D1, L, S, L, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
33	2500	25	0.15	7	1159	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
34	2500	50	0.15	3	1247	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
35	2500	100	0.15	1	1232	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
36	5000	10	0.05	4	300	0.00	[K, B1, L, D1, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
37	5000	25	0.05	2	294	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]

38	5000	50	0.05	2	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 1]
39	5000	100	0.05	0	430	0.00	[S, K, D1, L, B1, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
40	5000	10	0.1	3	1232	0.00	[S, K, B1, L, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 1, 1, 0]
41	5000	25	0.1	5	1200	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 1, 0]
42	5000	50	0.1	5	1200	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 1, 0]
43	5000	100	0.1	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
44	5000	10	0.15	2	500	0.00	[K, S, D1, B1, L, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
45	5000	25	0.15	1	1122	0.00	[D1, K, L, S, B1, K, B1, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
46	5000	50	0.15	0	484	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
47	5000	100	0.15	0	418	0.00	[B1, L, S, K, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
48	500	10	0.05	8	594	0.00	[L, K, B1, S, D1, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
49	500	25	0.05	0	465	0.00	[K, D1, B1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
50	500	50	0.05	2	508	0.00	[K, S, B1, L, D1, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
51	500	100	0.05	0	498	0.00	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
52	500	10	0.1	9	1147	0.00	[S, B1, K, L, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
53	500	25	0.1	2	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
54	500	50	0.1	2	404	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
55	500	100	0.1	7	1152	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
56	500	10	0.15	1	1012	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, L, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
57	500	25	0.15	4	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
58	500	50	0.15	8	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 1]
59	500	100	0.15	4	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
60	1000	10	0.05	202	538	0.00	[S, L, B1, K, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
61	1000	25	0.05	1	1147	0.00	[B1, K, S, L, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
62	1000	50	0.05	0	545	0.00	[S, D1, B1, L, K, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
63	1000	100	0.05	3	1232	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
64	1000	10	0.1	3	1147	0.00	[B1, K, S, L, D1, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
65	1000	25	0.1	5	1185	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 1, 0, 0, 0]
66	1000	50	0.1	4	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
67	1000	100	0.1	1	1147	0.00	[L, K, D1, B1, S, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
68	1000	10	0.15	4	404	0.97	[D1, K, B1, L, S, K, L, D1, S, B1, 0, 0, 1, 1, 0]
69	1000	25	0.15	46	244	0.00	[K, D1, L, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 1, 0, 0, 0]
70	1000	50	0.15	0	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
71	1000	100	0.15	3	1247	0.00	[S, D1, L, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
72	2500	10	0.05	7	1067	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 1, 0]
73	2500	25	0.05	0	445	0.00	[S, D1, K, L, B1, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
74	2500	50	0.05	0	568	0.00	[L, B1, S, D1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
75	2500	100	0.05	0	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
76	2500	10	0.1	4	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
77	2500	25	0.1	4	388	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, K, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 1]
78	2500	50	0.1	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
79	2500	100	0.1	0	430	0.00	[S, K, D1, L, B1, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

80	2500	10	0.15	17	1152	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
81	2500	25	0.15	2	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
82	2500	50	0.15	5	1247	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
83	2500	100	0.15	1	1147	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
84	5000	10	0.05	8	200	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
85	5000	25	0.05	1	1147	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
86	5000	50	0.05	2	230	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
87	5000	100	0.05	2	310	0.00	[S, L, D1, B1, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
88	5000	10	0.1	8	270	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
89	5000	25	0.1	4	428	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
90	5000	50	0.1	6	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
91	5000	100	0.1	5	1247	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
92	5000	10	0.15	5	1209	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 1, 0, 1, 0]
93	5000	25	0.15	4	320	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
94	5000	50	0.15	1	1247	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
95	5000	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
96	500	10	0.05	33	1147	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
97	500	25	0.05	0	594	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
98	500	50	0.05	0	394	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
99	500	100	0.05	2	298	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 1, 0, 0, 0, 0]
100	500	10	0.1	0	350	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
101	500	25	0.1	7	1147	0.00	[B1, K, L, S, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
102	500	50	0.1	5	1232	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
103	500	100	0.1	0	498	0.00	[B1, L, K, D1, S, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
104	500	10	0.15	3	1209	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, B1, S, D1, L, 0, 1, 1, 0, 0]
105	500	25	0.15	0	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
106	500	50	0.15	2	300	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
107	500	100	0.15	7	1247	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
108	1000	10	0.05	3	1003	0.00	[S, B1, K, D1, L, K, L, S, D1, B1, 1, 0, 0, 0, 0]
109	1000	25	0.05	3	1147	0.96	[S, K, D1, L, B1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 1, 0, 0]
110	1000	50	0.05	0	554	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
111	1000	100	0.05	0	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
112	1000	10	0.1	5	1027	0.00	[D1, K, B1, L, S, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
113	1000	25	0.1	2	200	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
114	1000	50	0.1	3	1232	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
115	1000	100	0.1	1	1232	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
116	1000	10	0.15	20	484	0.00	[B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
117	1000	25	0.15	2	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
118	1000	50	0.15	3	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
119	1000	100	0.15	0	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
120	2500	10	0.05	1	1132	0.00	[K, L, B1, D1, S, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
121	2500	25	0.05	6	270	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

122	2500	50	0.05	0	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
123	2500	100	0.05	3	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
124	2500	10	0.1	8	475	0.00	[S, D1, L, B1, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
125	2500	25	0.1	3	1247	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
126	2500	50	0.1	3	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
127	2500	100	0.1	2	200	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
128	2500	10	0.15	2	564	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
129	2500	25	0.15	1	1232	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
130	2500	50	0.15	3	1247	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
131	2500	100	0.15	0	468	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
132	5000	10	0.05	9	1232	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
133	5000	25	0.05	0	310	0.00	[S, K, L, B1, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
134	5000	50	0.05	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
135	5000	100	0.05	5	1232	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
136	5000	10	0.1	7	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
137	5000	25	0.1	2	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
138	5000	50	0.1	3	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
139	5000	100	0.1	1	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
140	5000	10	0.15	4	529	0.97	[B1, S, L, K, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 1, 0, 0]
141	5000	25	0.15	2	380	0.00	[S, K, B1, L, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
142	5000	50	0.15	1	1132	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
143	5000	100	0.15	1	1247	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
144	500	10	0.05	13	1247	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 1]
145	500	25	0.05	2	465	0.00	[K, D1, B1, L, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
146	500	50	0.05	0	484	0.00	[K, S, L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
147	500	100	0.05	2	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
148	500	10	0.1	30	280	0.00	[D1, B1, S, L, K, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 1, 0, 1]
149	500	25	0.1	0	538	0.00	[S, L, K, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
150	500	50	0.1	3	1159	0.00	[S, K, D1, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
151	500	100	0.1	1	1232	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
152	500	10	0.15	0	644	0.00	[K, B1, D1, S, L, D1, K, L, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
153	500	25	0.15	13	1247	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
154	500	50	0.15	2	468	0.00	[S, B1, K, L, D1, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
155	500	100	0.15	0	300	0.00	[K, S, B1, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
156	1000	10	0.05	0	594	0.00	[D1, K, L, B1, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
157	1000	25	0.05	0	294	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
158	1000	50	0.05	0	498	0.00	[K, L, B1, D1, S, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
159	1000	100	0.05	5	1200	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 1, 0]
160	1000	10	0.1	0	564	0.00	[S, L, D1, K, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
161	1000	25	0.1	1	1147	0.00	[B1, K, S, L, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
162	1000	50	0.1	1	1147	0.00	[L, K, D1, B1, S, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
163	1000	100	0.1	1	1232	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]

164	1000	10	0.15	25	1147	0.00	[K, B1, D1, L, S, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
165	1000	25	0.15	2	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, K, B1, L, S, 0, 1, 0, 0, 0]
166	1000	50	0.15	1	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
167	1000	100	0.15	0	380	0.00	[S, B1, K, L, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
168	2500	10	0.05	5	1247	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
169	2500	25	0.05	0	390	0.00	[S, K, L, B1, D1, B1, L, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
170	2500	50	0.05	9	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
171	2500	100	0.05	2	364	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
172	2500	10	0.1	12	280	0.00	[K, S, D1, L, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
173	2500	25	0.1	1	1132	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
174	2500	50	0.1	0	498	0.00	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
175	2500	100	0.1	0	380	0.00	[S, B1, D1, L, K, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
176	2500	10	0.15	16	310	0.00	[S, L, K, B1, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
177	2500	25	0.15	0	388	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, K, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
178	2500	50	0.15	1	1147	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
179	2500	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
180	5000	10	0.05	0	484	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
181	5000	25	0.05	3	1200	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
182	5000	50	0.05	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
183	5000	100	0.05	2	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
184	5000	10	0.1	31	1147	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 1]
185	5000	25	0.1	4	388	0.00	[S, D1, B1, L, K, D1, K, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
186	5000	50	0.1	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
187	5000	100	0.1	0	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
188	5000	10	0.15	1	1232	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
189	5000	25	0.15	13	1247	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
190	5000	50	0.15	0	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
191	5000	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
192	500	10	0.05	1	1027	0.00	[B1, D1, L, K, S, L, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
193	500	25	0.05	0	460	0.00	[S, B1, L, D1, K, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
194	500	50	0.05	0	554	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
195	500	100	0.05	0	390	0.00	[K, D1, S, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
196	500	10	0.1	3	1147	0.00	[L, K, D1, B1, S, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
197	500	25	0.1	4	350	0.00	[S, K, D1, L, B1, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
198	500	50	0.1	2	390	0.00	[D1, K, S, B1, L, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
199	500	100	0.1	0	270	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
200	500	10	0.15	3	1147	0.00	[S, B1, K, L, D1, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
201	500	25	0.15	0	594	0.00	[D1, K, L, B1, S, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
202	500	50	0.15	2	200	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
203	500	100	0.15	2	214	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, K, L, B1, 1, 0, 0, 0, 0]
204	1000	10	0.05	3	1247	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
205	1000	25	0.05	13	1147	0.76	[K, B1, D1, L, S, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]

206	1000	50	0.05	5	1232	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
207	1000	100	0.05	0	300	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
208	1000	10	0.1	4	230	0.00	[K, L, B1, S, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
209	1000	25	0.1	0	545	0.00	[D1, B1, L, K, S, L, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
210	1000	50	0.1	7	1147	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
211	1000	100	0.1	1	1147	0.76	[D1, S, B1, K, L, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 1]
212	1000	10	0.15	7	1132	0.00	[B1, L, K, D1, S, D1, S, L, B1, K, 0, 0, 1, 0, 1]
213	1000	25	0.15	2	484	0.00	[S, L, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
214	1000	50	0.15	2	255	0.47	[D1, S, K, L, B1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 1, 0]
215	1000	100	0.15	3	1162	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 1, 0]
216	2500	10	0.05	91	1162	0.00	[D1, L, S, B1, K, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
217	2500	25	0.05	2	270	0.00	[S, K, D1, B1, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
218	2500	50	0.05	2	230	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
219	2500	100	0.05	1	1147	0.00	[L, K, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
220	2500	10	0.1	11	1147	0.00	[L, B1, K, D1, S, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
221	2500	25	0.1	0	484	0.00	[K, S, L, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
222	2500	50	0.1	3	1147	0.00	[B1, K, D1, L, S, L, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
223	2500	100	0.1	1	1247	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
224	2500	10	0.15	2	200	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
225	2500	25	0.15	1	1147	0.00	[B1, K, L, S, D1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
226	2500	50	0.15	0	350	0.00	[D1, S, K, B1, L, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
227	2500	100	0.15	0	388	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, K, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
228	5000	10	0.05	17	1247	0.00	[S, D1, K, B1, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
229	5000	25	0.05	0	498	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
230	5000	50	0.05	1	1232	0.00	[S, D1, K, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
231	5000	100	0.05	0	564	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
232	5000	10	0.1	4	458	0.00	[S, L, D1, B1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
233	5000	25	0.1	3	1247	0.00	[S, D1, B1, K, L, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
234	5000	50	0.1	2	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
235	5000	100	0.1	0	380	0.00	[S, B1, L, D1, K, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
236	5000	10	0.15	13	1147	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
237	5000	25	0.15	1	1232	0.00	[S, K, D1, L, B1, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
238	5000	50	0.15	0	578	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
239	5000	100	0.15	2	244	0.00	[K, L, B1, D1, S, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 1, 0]
240	500	10	0.05	5	1247	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
241	500	25	0.05	1	1012	0.00	[D1, B1, K, L, S, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
242	500	50	0.05	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
243	500	100	0.05	0	564	0.00	[S, D1, L, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
244	500	10	0.1	6	324	0.97	[K, B1, L, S, D1, B1, D1, K, L, S, 0, 0, 1, 0, 0]
245	500	25	0.1	8	230	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
246	500	50	0.1	4	208	0.00	[D1, S, K, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 1, 0, 0]
247	500	100	0.1	1	1247	0.00	[D1, B1, S, K, L, S, L, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]

248	500	10	0.15	25	1147	0.00	[K, B1, L, S, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
249	500	25	0.15	3	1247	0.00	[D1, S, K, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
250	500	50	0.15	0	200	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
251	500	100	0.15	1	1232	0.00	[D1, K, S, L, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
252	1000	10	0.05	4	434	0.00	[B1, L, K, D1, S, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
253	1000	25	0.05	2	405	0.00	[S, D1, K, L, B1, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
254	1000	50	0.05	5	1247	0.00	[S, D1, L, K, B1, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
255	1000	100	0.05	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
256	1000	10	0.1	76	371	0.00	[S, L, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
257	1000	25	0.1	0	484	0.00	[B1, L, D1, K, S, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
258	1000	50	0.1	1	1147	0.00	[B1, K, L, D1, S, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
259	1000	100	0.1	0	554	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
260	1000	10	0.15	1	1147	0.00	[B1, K, S, L, D1, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 1]
261	1000	25	0.15	0	608	0.00	[D1, B1, L, S, K, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
262	1000	50	0.15	1	1059	0.00	[S, K, L, D1, B1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
263	1000	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
264	2500	10	0.05	12	458	0.00	[S, L, B1, D1, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
265	2500	25	0.05	2	294	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
266	2500	50	0.05	3	1232	0.00	[D1, B1, L, S, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
267	2500	100	0.05	1	1247	0.00	[D1, K, S, B1, L, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
268	2500	10	0.1	31	1120	0.00	[K, B1, D1, S, L, D1, L, K, S, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
269	2500	25	0.1	0	320	0.00	[D1, S, K, L, B1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
270	2500	50	0.1	5	1254	0.00	[K, L, S, B1, D1, S, D1, K, B1, L, 1, 0, 0, 0, 0]
271	2500	100	0.1	7	1247	0.00	[D1, S, B1, L, K, S, D1, K, L, B1, 0, 0, 1, 0, 0]
272	2500	10	0.15	23	1132	0.00	[K, S, L, B1, D1, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
273	2500	25	0.15	1	1132	0.00	[K, L, S, B1, D1, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
274	2500	50	0.15	0	300	0.00	[K, B1, S, L, D1, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
275	2500	100	0.15	1	1247	0.00	[D1, L, S, K, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
276	5000	10	0.05	3	1132	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
277	5000	25	0.05	4	310	0.00	[S, L, B1, K, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
278	5000	50	0.05	0	350	0.00	[K, S, D1, B1, L, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
279	5000	100	0.05	0	484	0.00	[K, D1, L, B1, S, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
280	5000	10	0.1	14	310	0.00	[S, L, K, B1, D1, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
281	5000	25	0.1	0	324	0.00	[B1, L, K, S, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
282	5000	50	0.1	7	1232	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
283	5000	100	0.1	2	394	0.00	[L, B1, K, S, D1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
284	5000	10	0.15	0	864	0.00	[L, D1, S, B1, K, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
285	5000	25	0.15	6	288	0.00	[D1, B1, K, L, S, K, S, D1, L, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
286	5000	50	0.15	0	488	0.00	[L, B1, S, K, D1, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
287	5000	100	0.15	0	364	0.00	[S, D1, L, B1, K, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

ANEXO 3 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 3

Prueba	G	N	Tasa Mutación	Generación	Aptitud	Error	ParSecuenciado
0	500	10	0.05	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
1	500	25	0.05	0	145	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
2	500	50	0.05	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
3	500	100	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.1	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
5	500	25	0.1	3	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
6	500	50	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
7	500	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.15	0	130	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
9	500	25	0.15	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
10	500	50	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
11	500	100	0.15	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
12	1000	10	0.05	0	155	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
13	1000	25	0.05	0	136	0.00	[B1, K, D1, S, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0]
14	1000	50	0.05	1	865	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
15	1000	100	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
16	1000	10	0.1	2	145	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
17	1000	25	0.1	3	900	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
18	1000	50	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
19	1000	100	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
20	1000	10	0.15	0	255	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
21	1000	25	0.15	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
22	1000	50	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
23	1000	100	0.15	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
24	2500	10	0.05	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
25	2500	25	0.05	1	900	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
26	2500	50	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
27	2500	100	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
28	2500	10	0.1	0	257	0.00	[B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0]
29	2500	25	0.1	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
30	2500	50	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
31	2500	100	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
32	2500	10	0.15	1	931	0.67	[K, S, B1, D1, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 1]
33	2500	25	0.15	2	111	0.00	[K, B1, D1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
34	2500	50	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
35	2500	100	0.15	0	110	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
36	5000	10	0.05	9	900	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]

37	5000	25	0.05	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
38	5000	50	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
39	5000	100	0.05	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
40	5000	10	0.1	3	865	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
41	5000	25	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
42	5000	50	0.1	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
43	5000	100	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
44	5000	10	0.15	1	865	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
45	5000	25	0.15	3	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
46	5000	50	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
47	5000	100	0.15	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
48	500	10	0.05	2	111	0.00	[K, B1, D1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
49	500	25	0.05	0	150	0.00	[S, D1, K, B1, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0]
50	500	50	0.05	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
51	500	100	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
52	500	10	0.1	1	790	0.00	[D1, K, B1, S, K, D1, S, B1, 0, 0, 0, 0]
53	500	25	0.1	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
54	500	50	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
55	500	100	0.1	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
56	500	10	0.15	1	865	0.00	[S, K, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
57	500	25	0.15	1	900	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
58	500	50	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
59	500	100	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
60	1000	10	0.05	0	111	0.00	[K, B1, D1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
61	1000	25	0.05	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
62	1000	50	0.05	0	201	0.00	[D1, B1, S, K, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0]
63	1000	100	0.05	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
64	1000	10	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
65	1000	25	0.1	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
66	1000	50	0.1	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
67	1000	100	0.1	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
68	1000	10	0.15	3	865	0.00	[B1, S, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
69	1000	25	0.15	1	865	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
70	1000	50	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
71	1000	100	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
72	2500	10	0.05	0	337	0.00	[K, B1, D1, S, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0]
73	2500	25	0.05	0	185	0.00	[B1, S, D1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
74	2500	50	0.05	0	125	0.00	[S, D1, B1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
75	2500	100	0.05	0	111	0.00	[K, B1, D1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
76	2500	10	0.1	1	830	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 1, 0, 0]
77	2500	25	0.1	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
78	2500	50	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]

79	2500	100	0.1	0	75	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
80	2500	10	0.15	0	130	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
81	2500	25	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
82	2500	50	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
83	2500	100	0.15	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
84	5000	10	0.05	1	840	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
85	5000	25	0.05	1	865	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
86	5000	50	0.05	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
87	5000	100	0.05	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
88	5000	10	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
89	5000	25	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
90	5000	50	0.1	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
91	5000	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
92	5000	10	0.15	1	821	0.00	[S, D1, B1, K, S, B1, K, D1, 0, 0, 1, 0]
93	5000	25	0.15	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
94	5000	50	0.15	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
95	5000	100	0.15	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
96	500	10	0.05	1	799	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
97	500	25	0.05	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
98	500	50	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
99	500	100	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
100	500	10	0.1	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
101	500	25	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
102	500	50	0.1	0	130	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
103	500	100	0.1	0	110	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
104	500	10	0.15	1	790	0.67	[K, S, B1, D1, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
105	500	25	0.15	2	111	0.00	[K, B1, D1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
106	500	50	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
107	500	100	0.15	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
108	1000	10	0.05	2	255	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
109	1000	25	0.05	1	900	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
110	1000	50	0.05	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
111	1000	100	0.05	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
112	1000	10	0.1	0	280	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
113	1000	25	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
114	1000	50	0.1	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
115	1000	100	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
116	1000	10	0.15	1	865	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
117	1000	25	0.15	1	865	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
118	1000	50	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
119	1000	100	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
120	2500	10	0.05	3	865	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]

121	2500	25	0.05	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
122	2500	50	0.05	0	115	0.00	[S, B1, K, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
123	2500	100	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
124	2500	10	0.1	1	790	0.00	[K, D1, S, B1, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0]
125	2500	25	0.1	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
126	2500	50	0.1	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
127	2500	100	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
128	2500	10	0.15	0	185	0.00	[B1, S, D1, K, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
129	2500	25	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
130	2500	50	0.15	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
131	2500	100	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
132	5000	10	0.05	0	342	0.00	[B1, K, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
133	5000	25	0.05	3	865	0.00	[S, K, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
134	5000	50	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
135	5000	100	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
136	5000	10	0.1	0	125	0.00	[S, B1, D1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
137	5000	25	0.1	1	799	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
138	5000	50	0.1	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
139	5000	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
140	5000	10	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
141	5000	25	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
142	5000	50	0.15	0	145	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
143	5000	100	0.15	0	125	0.00	[S, D1, B1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
144	500	10	0.05	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
145	500	25	0.05	0	176	0.00	[D1, K, S, B1, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0]
146	500	50	0.05	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
147	500	100	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
148	500	10	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
149	500	25	0.1	2	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
150	500	50	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
151	500	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
152	500	10	0.15	0	370	0.70	[D1, S, B1, K, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0]
153	500	25	0.15	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
154	500	50	0.15	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
155	500	100	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
156	1000	10	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
157	1000	25	0.05	0	125	0.00	[S, D1, B1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
158	1000	50	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
159	1000	100	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
160	1000	10	0.1	16	85	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 1, 0]
161	1000	25	0.1	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
162	1000	50	0.1	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]

163	1000	100	0.1	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
164	1000	10	0.15	0	75	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
165	1000	25	0.15	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
166	1000	50	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
167	1000	100	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
168	2500	10	0.05	1	795	0.00	[B1, S, D1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
169	2500	25	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
170	2500	50	0.05	1	900	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
171	2500	100	0.05	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
172	2500	10	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
173	2500	25	0.1	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
174	2500	50	0.1	0	136	0.00	[B1, K, D1, S, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0]
175	2500	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
176	2500	10	0.15	1	931	0.67	[K, D1, S, B1, D1, B1, S, K, 0, 1, 0, 0]
177	2500	25	0.15	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
178	2500	50	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
179	2500	100	0.15	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
180	5000	10	0.05	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
181	5000	25	0.05	0	145	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
182	5000	50	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
183	5000	100	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
184	5000	10	0.1	3	865	0.00	[S, K, B1, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
185	5000	25	0.1	0	337	0.00	[K, B1, D1, S, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0]
186	5000	50	0.1	1	840	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
187	5000	100	0.1	0	115	0.00	[S, B1, K, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
188	5000	10	0.15	0	125	0.00	[S, D1, B1, K, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0]
189	5000	25	0.15	4	110	0.00	[S, D1, B1, K, S, B1, K, D1, 0, 0, 1, 0]
190	5000	50	0.15	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
191	5000	100	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
192	500	10	0.05	3	790	0.00	[B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0]
193	500	25	0.05	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
194	500	50	0.05	1	900	0.00	[S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
195	500	100	0.05	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
196	500	10	0.1	0	201	0.00	[D1, B1, S, K, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0]
197	500	25	0.1	0	136	0.00	[B1, K, D1, S, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0]
198	500	50	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
199	500	100	0.1	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
200	500	10	0.15	2	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
201	500	25	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
202	500	50	0.15	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
203	500	100	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
204	1000	10	0.05	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]

205	1000	25	0.05	0	395	0.70	[S, D1, B1, K, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0]
206	1000	50	0.05	1	865	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
207	1000	100	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
208	1000	10	0.1	0	212	0.00	[K, D1, B1, S, D1, S, K, B1, 0, 0, 0, 0]
209	1000	25	0.1	0	75	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
210	1000	50	0.1	0	115	0.00	[S, B1, K, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
211	1000	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
212	1000	10	0.15	1	865	0.00	[B1, S, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
213	1000	25	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
214	1000	50	0.15	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
215	1000	100	0.15	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
216	2500	10	0.05	0	255	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
217	2500	25	0.05	0	145	0.00	[S, D1, B1, K, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
218	2500	50	0.05	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
219	2500	100	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
220	2500	10	0.1	1	865	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
221	2500	25	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
222	2500	50	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
223	2500	100	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
224	2500	10	0.15	1	790	0.00	[D1, B1, S, K, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0]
225	2500	25	0.15	0	155	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
226	2500	50	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
227	2500	100	0.15	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
228	5000	10	0.05	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
229	5000	25	0.05	3	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
230	5000	50	0.05	0	110	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
231	5000	100	0.05	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
232	5000	10	0.1	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
233	5000	25	0.1	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
234	5000	50	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
235	5000	100	0.1	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
236	5000	10	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
237	5000	25	0.15	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
238	5000	50	0.15	1	900	0.00	[S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
239	5000	100	0.15	0	10	0.00	[K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
240	500	10	0.05	1	799	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
241	500	25	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
242	500	50	0.05	1	900	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
243	500	100	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
244	500	10	0.1	1	865	0.00	[S, K, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
245	500	25	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
246	500	50	0.1	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]

247	500	100	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
248	500	10	0.15	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
249	500	25	0.15	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
250	500	50	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
251	500	100	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
252	1000	10	0.05	0	245	0.00	[K, S, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
253	1000	25	0.05	1	790	0.00	[B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0]
254	1000	50	0.05	0	75	0.00	[S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
255	1000	100	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
256	1000	10	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
257	1000	25	0.1	0	285	0.00	[S, K, D1, B1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
258	1000	50	0.1	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
259	1000	100	0.1	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
260	1000	10	0.15	1	865	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
261	1000	25	0.15	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
262	1000	50	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
263	1000	100	0.15	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
264	2500	10	0.05	0	110	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
265	2500	25	0.05	1	900	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
266	2500	50	0.05	0	10	0.00	[K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
267	2500	100	0.05	0	115	0.00	[S, B1, K, D1, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0]
268	2500	10	0.1	2	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
269	2500	25	0.1	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, B1, D1, K, 0, 0, 0, 0]
270	2500	50	0.1	1	900	0.00	[K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0]
271	2500	100	0.1	0	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
272	2500	10	0.15	1	805	0.70	[S, D1, B1, K, S, D1, K, B1, 0, 1, 0, 0]
273	2500	25	0.15	1	865	0.00	[S, B1, K, D1, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0]
274	2500	50	0.15	1	865	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
275	2500	100	0.15	0	5	0.00	[K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
276	5000	10	0.05	0	210	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
277	5000	25	0.05	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
278	5000	50	0.05	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
279	5000	100	0.05	0	5	0.00	[K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
280	5000	10	0.1	0	280	0.00	[S, B1, D1, K, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
281	5000	25	0.1	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
282	5000	50	0.1	0	110	0.00	[S, K, B1, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
283	5000	100	0.1	1	900	0.00	[S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0]
284	5000	10	0.15	0	106	0.00	[K, B1, D1, S, D1, K, S, B1, 0, 0, 0, 0]
285	5000	25	0.15	0	155	0.00	[S, D1, K, B1, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0]
286	5000	50	0.15	2	35	0.00	[B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]
287	5000	100	0.15	0	55	0.00	[B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0]

ANEXO 4 – SOLUCIONES EXPERIMENTO 4

Prueba	G	N	Tasa Mutación	Generación	Aptitud	Error	ParSecuenciado
0	500	10	0.05	1	1301	0.00	[L, B1, D1, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	25	0.05	2	562	0.00	[L, B1, K, D1, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	50	0.05	18	250	0.00	[K, B1, L, D1, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	100	0.05	1	1469	0.00	[S, K, B1, D1, L, L, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.1	0	606	0.00	[B1, L, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	25	0.1	1	1344	0.60	[L, K, S, D1, B1, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	50	0.1	0	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	100	0.1	3	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.15	5	1366	0.60	[L, S, K, B1, D1, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	25	0.15	1	1344	0.48	[B1, S, D1, K, L, L, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	50	0.15	2	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	100	0.15	1	1491	0.00	[L, D1, K, B1, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
12	1000	10	0.05	4	300	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
13	1000	25	0.05	0	738	0.00	[L, K, D1, S, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
14	1000	50	0.05	0	535	0.00	[S, D1, K, B1, L, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	1000	100	0.05	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
16	1000	10	0.1	0	640	0.00	[L, D1, S, B1, K, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	1000	25	0.1	0	406	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
18	1000	50	0.1	1	1361	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
19	1000	100	0.1	1	1279	0.00	[B1, D1, S, K, L, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
20	1000	10	0.15	0	535	0.00	[D1, B1, S, K, L, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
21	1000	25	0.15	0	388	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
22	1000	50	0.15	1	1344	0.60	[S, D1, L, K, B1, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
23	1000	100	0.15	2	250	0.00	[K, B1, L, D1, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
24	2500	10	0.05	5	1469	0.00	[K, S, D1, B1, L, L, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
25	2500	25	0.05	1	1469	0.00	[S, B1, K, D1, L, L, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
26	2500	50	0.05	3	1469	0.00	[D1, B1, L, K, S, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
27	2500	100	0.05	0	450	0.00	[S, K, B1, L, D1, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
28	2500	10	0.1	1	1279	0.00	[K, D1, B1, S, L, L, B1, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
29	2500	25	0.1	5	1469	0.00	[D1, L, B1, S, K, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
30	2500	50	0.1	1	1366	0.60	[L, S, D1, K, B1, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
31	2500	100	0.1	1	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
32	2500	10	0.15	3	1379	0.00	[B1, D1, L, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
33	2500	25	0.15	2	338	0.00	[S, L, K, B1, D1, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
34	2500	50	0.15	0	200	0.00	[D1, K, B1, L, S, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
35	2500	100	0.15	1	1491	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
36	5000	10	0.05	0	654	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, S, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

37	5000	25	0.05	4	322	0.00	[S, L, K, D1, B1, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
38	5000	50	0.05	0	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
39	5000	100	0.05	0	406	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
40	5000	10	0.1	0	698	0.00	[S, D1, K, L, B1, L, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
41	5000	25	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
42	5000	50	0.1	14	294	0.00	[S, L, K, B1, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
43	5000	100	0.1	3	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
44	5000	10	0.15	3	1356	0.14	[S, L, K, B1, D1, S, D1, B1, K, L, 1, 0, 0, 0, 0]
45	5000	25	0.15	1	1383	0.00	[K, L, D1, B1, S, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
46	5000	50	0.15	0	251	0.00	[D1, S, B1, L, K, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
47	5000	100	0.15	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
48	500	10	0.05	0	722	0.00	[L, D1, S, K, B1, K, B1, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
49	500	25	0.05	0	606	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
50	500	50	0.05	0	566	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
51	500	100	0.05	1	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
52	500	10	0.1	0	644	0.00	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
53	500	25	0.1	1	1284	0.97	[L, D1, S, B1, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
54	500	50	0.1	1	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
55	500	100	0.1	3	1366	0.60	[L, D1, K, S, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
56	500	10	0.15	1	1261	0.60	[L, S, K, B1, D1, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
57	500	25	0.15	0	535	0.00	[S, K, D1, B1, L, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
58	500	50	0.15	1	1344	0.48	[B1, K, S, D1, L, L, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
59	500	100	0.15	1	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
60	1000	10	0.05	1	1261	0.60	[L, S, K, B1, D1, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
61	1000	25	0.05	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
62	1000	50	0.05	2	322	0.00	[S, L, K, D1, B1, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
63	1000	100	0.05	0	294	0.00	[S, L, K, B1, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
64	1000	10	0.1	2	680	0.00	[B1, D1, K, L, S, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
65	1000	25	0.1	1	1262	0.48	[K, S, B1, D1, L, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
66	1000	50	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
67	1000	100	0.1	1	1469	0.00	[B1, D1, K, S, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
68	1000	10	0.15	0	562	0.00	[L, B1, K, D1, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
69	1000	25	0.15	3	1469	0.00	[D1, B1, S, L, K, B1, K, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
70	1000	50	0.15	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
71	1000	100	0.15	0	294	0.00	[S, L, K, B1, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
72	2500	10	0.05	0	820	0.00	[L, D1, K, S, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
73	2500	25	0.05	1	1284	0.97	[L, S, B1, K, D1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
74	2500	50	0.05	2	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
75	2500	100	0.05	2	300	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
76	2500	10	0.1	6	445	0.00	[D1, L, K, S, B1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 1, 0]
77	2500	25	0.1	0	346	0.00	[S, L, D1, B1, K, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
78	2500	50	0.1	0	450	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]

79	2500	100	0.1	1	1379	0.00	[D1, B1, L, S, K, K, B1, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
80	2500	10	0.15	1	1366	0.60	[L, D1, S, K, B1, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
81	2500	25	0.15	2499	1480	2.31	[S, D1, K, L, B1, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
82	2500	50	0.15	1	1383	0.00	[K, L, B1, D1, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
83	2500	100	0.15	1	1491	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
84	5000	10	0.05	42	250	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
85	5000	25	0.05	9	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
86	5000	50	0.05	2	494	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
87	5000	100	0.05	0	550	0.00	[D1, K, L, S, B1, S, L, D1, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
88	5000	10	0.1	1	1110	0.00	[L, S, K, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
89	5000	25	0.1	1	1491	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
90	5000	50	0.1	0	654	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, S, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
91	5000	100	0.1	0	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
92	5000	10	0.15	0	316	0.00	[D1, K, L, S, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
93	5000	25	0.15	0	535	0.00	[S, K, D1, B1, L, L, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
94	5000	50	0.15	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
95	5000	100	0.15	0	617	0.00	[S, D1, B1, K, L, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
96	500	10	0.05	1	1469	0.00	[D1, B1, S, L, K, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
97	500	25	0.05	0	606	0.00	[D1, B1, L, S, K, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
98	500	50	0.05	1	1422	0.00	[S, D1, L, K, B1, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
99	500	100	0.05	0	562	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
100	500	10	0.1	14	522	0.00	[D1, L, K, S, B1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
101	500	25	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
102	500	50	0.1	2	250	0.00	[K, B1, L, D1, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
103	500	100	0.1	0	200	0.00	[D1, B1, K, L, S, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
104	500	10	0.15	7	1469	0.00	[D1, B1, K, L, S, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
105	500	25	0.15	1	1279	0.00	[B1, D1, L, K, S, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
106	500	50	0.15	0	406	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
107	500	100	0.15	0	316	0.00	[D1, K, L, S, B1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
108	1000	10	0.05	0	322	0.00	[S, L, D1, K, B1, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
109	1000	25	0.05	0	332	0.00	[S, B1, L, K, D1, K, B1, D1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
110	1000	50	0.05	0	451	0.00	[D1, S, L, B1, K, B1, D1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
111	1000	100	0.05	1	1361	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
112	1000	10	0.1	1	1262	0.48	[S, K, B1, D1, L, L, B1, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
113	1000	25	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
114	1000	50	0.1	3	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
115	1000	100	0.1	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
116	1000	10	0.15	0	572	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
117	1000	25	0.15	2	408	0.00	[S, D1, B1, L, K, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
118	1000	50	0.15	1	1262	0.48	[K, S, D1, B1, L, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
119	1000	100	0.15	0	406	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
120	2500	10	0.05	1	1366	0.60	[L, S, K, D1, B1, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

121	2500	25	0.05	0	250	0.00	[K, B1, L, D1, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
122	2500	50	0.05	1	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
123	2500	100	0.05	1	1469	0.00	[B1, L, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
124	2500	10	0.1	8	444	0.00	[K, L, B1, S, D1, S, L, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
125	2500	25	0.1	5	1344	0.97	[L, S, D1, B1, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
126	2500	50	0.1	1	1491	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
127	2500	100	0.1	1	1491	0.00	[L, S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
128	2500	10	0.15	0	406	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
129	2500	25	0.15	2	444	0.14	[B1, K, S, L, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 1, 0, 0]
130	2500	50	0.15	1	1461	0.00	[K, B1, D1, S, L, D1, L, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
131	2500	100	0.15	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
132	5000	10	0.05	13	1361	0.00	[L, K, B1, D1, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
133	5000	25	0.05	0	606	0.00	[L, S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
134	5000	50	0.05	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
135	5000	100	0.05	0	200	0.00	[D1, K, B1, L, S, B1, S, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
136	5000	10	0.1	2	300	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
137	5000	25	0.1	0	724	0.00	[K, B1, L, D1, S, S, L, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
138	5000	50	0.1	0	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
139	5000	100	0.1	1	1491	0.00	[L, S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
140	5000	10	0.15	3	1378	0.00	[L, S, D1, B1, K, B1, S, K, D1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
141	5000	25	0.15	5	1322	0.00	[S, K, D1, L, B1, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
142	5000	50	0.15	1	1422	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
143	5000	100	0.15	7	1491	0.00	[L, S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
144	500	10	0.05	2	624	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, S, K, B1, 1, 0, 0, 0, 0]
145	500	25	0.05	4	234	0.00	[D1, B1, S, L, K, B1, D1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
146	500	50	0.05	43	1491	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
147	500	100	0.05	0	450	0.00	[S, K, B1, L, D1, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
148	500	10	0.1	5	1413	0.00	[L, S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
149	500	25	0.1	2	535	0.00	[D1, S, B1, K, L, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
150	500	50	0.1	0	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
151	500	100	0.1	3	1491	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
152	500	10	0.15	1	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
153	500	25	0.15	9	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
154	500	50	0.15	0	606	0.00	[L, S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
155	500	100	0.15	1	1469	0.00	[K, S, D1, B1, L, L, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
156	1000	10	0.05	1	986	0.48	[K, B1, D1, S, L, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
157	1000	25	0.05	10	200	0.00	[D1, B1, K, L, S, B1, S, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
158	1000	50	0.05	1	1469	0.00	[K, S, B1, D1, L, L, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
159	1000	100	0.05	0	535	0.00	[S, D1, K, B1, L, L, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
160	1000	10	0.1	4	654	0.00	[S, K, B1, D1, L, B1, L, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
161	1000	25	0.1	2	251	0.00	[D1, S, B1, L, K, B1, D1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
162	1000	50	0.1	0	617	0.00	[S, D1, B1, K, L, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

163	1000	100	0.1	1	1469	0.00	[B1, D1, K, S, L, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
164	1000	10	0.15	13	1491	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
165	1000	25	0.15	0	316	0.00	[D1, K, L, S, B1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
166	1000	50	0.15	1	1366	0.97	[L, D1, B1, S, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
167	1000	100	0.15	0	406	0.00	[D1, B1, L, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
168	2500	10	0.05	0	698	0.48	[S, D1, B1, K, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
169	2500	25	0.05	51	1491	0.00	[L, S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
170	2500	50	0.05	1	1366	0.60	[L, D1, S, K, B1, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
171	2500	100	0.05	1	1469	0.00	[B1, D1, K, S, L, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
172	2500	10	0.1	0	562	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
173	2500	25	0.1	0	278	0.00	[K, L, S, D1, B1, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
174	2500	50	0.1	0	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
175	2500	100	0.1	0	406	0.00	[D1, L, B1, K, S, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
176	2500	10	0.15	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
177	2500	25	0.15	5	1361	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
178	2500	50	0.15	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
179	2500	100	0.15	5	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
180	5000	10	0.05	4999	1480	2.31	[S, D1, K, L, B1, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
181	5000	25	0.05	2	288	0.00	[K, L, S, D1, B1, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
182	5000	50	0.05	0	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, L, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
183	5000	100	0.05	0	288	0.00	[K, L, D1, S, B1, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
184	5000	10	0.1	7	1366	0.60	[L, D1, S, K, B1, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
185	5000	25	0.1	1	1296	0.97	[L, S, B1, D1, K, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
186	5000	50	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
187	5000	100	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
188	5000	10	0.15	1	1322	0.00	[S, K, D1, L, B1, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
189	5000	25	0.15	3	1469	0.00	[B1, D1, K, S, L, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
190	5000	50	0.15	7	1491	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
191	5000	100	0.15	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
192	500	10	0.05	1	1301	0.00	[L, B1, D1, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
193	500	25	0.05	1	1379	0.00	[B1, D1, L, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
194	500	50	0.05	1	1344	0.48	[B1, K, S, D1, L, L, S, D1, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
195	500	100	0.05	1	1344	0.48	[S, D1, B1, K, L, D1, L, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
196	500	10	0.1	0	585	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, K, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
197	500	25	0.1	0	452	0.00	[D1, S, L, B1, K, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
198	500	50	0.1	0	406	0.00	[S, B1, D1, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
199	500	100	0.1	1	1469	0.00	[B1, L, D1, S, K, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
200	500	10	0.15	6	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
201	500	25	0.15	2	493	0.00	[K, D1, L, S, B1, S, L, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
202	500	50	0.15	1	1491	0.00	[L, S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
203	500	100	0.15	0	346	0.00	[S, L, D1, B1, K, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
204	1000	10	0.05	0	562	0.00	[L, B1, K, D1, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]

205	1000	25	0.05	0	535	0.00	[S, K, D1, B1, L, L, K, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
206	1000	50	0.05	1	1491	0.00	[L, S, D1, K, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
207	1000	100	0.05	1	1491	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
208	1000	10	0.1	1	1171	0.00	[D1, S, B1, K, L, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
209	1000	25	0.1	3	1469	0.00	[B1, D1, S, K, L, D1, B1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
210	1000	50	0.1	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
211	1000	100	0.1	1	1469	0.00	[K, S, B1, D1, L, L, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
212	1000	10	0.15	2	516	0.00	[K, D1, B1, L, S, D1, S, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
213	1000	25	0.15	1	1469	0.00	[D1, B1, S, K, L, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
214	1000	50	0.15	3	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
215	1000	100	0.15	5	1491	0.00	[L, S, K, B1, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
216	2500	10	0.05	5	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
217	2500	25	0.05	1	1379	0.00	[B1, L, D1, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
218	2500	50	0.05	3	1491	0.00	[L, S, K, D1, B1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
219	2500	100	0.05	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, B1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
220	2500	10	0.1	3	1469	0.00	[S, K, D1, B1, L, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
221	2500	25	0.1	2499	1480	2.31	[K, B1, S, L, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
222	2500	50	0.1	0	654	0.00	[L, K, B1, D1, S, B1, S, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
223	2500	100	0.1	0	300	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
224	2500	10	0.15	1	1379	0.00	[B1, L, D1, S, K, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
225	2500	25	0.15	0	406	0.00	[B1, D1, L, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
226	2500	50	0.15	1	1469	0.00	[D1, B1, S, K, L, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
227	2500	100	0.15	2	406	0.00	[B1, D1, L, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
228	5000	10	0.05	5	1469	0.00	[B1, D1, S, L, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
229	5000	25	0.05	1	1461	0.00	[K, D1, B1, S, L, B1, L, D1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
230	5000	50	0.05	1	1491	0.00	[L, S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
231	5000	100	0.05	1	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
232	5000	10	0.1	1	1366	0.97	[S, L, D1, B1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
233	5000	25	0.1	0	250	0.00	[S, B1, L, D1, K, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
234	5000	50	0.1	1	1322	0.00	[S, D1, K, L, B1, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
235	5000	100	0.1	1	1383	0.00	[K, L, S, B1, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
236	5000	10	0.15	3	1344	0.60	[K, S, D1, L, B1, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
237	5000	25	0.15	1	1344	0.48	[B1, S, K, D1, L, L, K, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
238	5000	50	0.15	0	722	0.00	[L, S, D1, B1, K, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
239	5000	100	0.15	0	406	0.00	[D1, B1, L, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
240	500	10	0.05	2	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
241	500	25	0.05	23	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
242	500	50	0.05	0	406	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
243	500	100	0.05	1	1366	0.97	[L, D1, B1, S, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
244	500	10	0.1	0	698	0.48	[S, D1, K, B1, L, L, D1, B1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
245	500	25	0.1	0	774	0.00	[L, B1, K, D1, S, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
246	500	50	0.1	1	1366	0.60	[L, K, S, B1, D1, B1, S, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

247	500	100	0.1	0	535	0.00	[S, D1, K, B1, L, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
248	500	10	0.15	499	1480	2.31	[K, S, B1, L, D1, S, K, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
249	500	25	0.15	1	1491	0.00	[L, S, B1, K, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
250	500	50	0.15	12	200	0.00	[D1, K, B1, L, S, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
251	500	100	0.15	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
252	1000	10	0.05	3	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, K, D1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
253	1000	25	0.05	1	1279	0.00	[D1, L, B1, K, S, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
254	1000	50	0.05	1	1469	0.00	[B1, D1, L, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
255	1000	100	0.05	1	1491	0.00	[L, D1, B1, S, K, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
256	1000	10	0.1	0	406	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
257	1000	25	0.1	3	1366	0.97	[B1, L, S, D1, K, K, S, D1, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
258	1000	50	0.1	0	400	0.00	[K, B1, L, S, D1, S, L, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
259	1000	100	0.1	11	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
260	1000	10	0.15	0	782	0.00	[S, K, D1, L, B1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
261	1000	25	0.15	32	284	0.00	[S, D1, K, B1, L, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 1, 1]
262	1000	50	0.15	1	1361	0.00	[L, K, B1, D1, S, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
263	1000	100	0.15	1	1491	0.00	[L, B1, D1, S, K, D1, K, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
264	2500	10	0.05	1	1193	0.00	[L, K, B1, S, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
265	2500	25	0.05	1	1344	0.60	[L, K, S, B1, D1, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
266	2500	50	0.05	1	1469	0.00	[K, B1, S, D1, L, L, S, K, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
267	2500	100	0.05	0	572	0.00	[S, D1, K, B1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
268	2500	10	0.1	0	782	0.00	[S, K, D1, L, B1, L, K, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
269	2500	25	0.1	0	535	0.00	[D1, S, B1, K, L, L, B1, K, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
270	2500	50	0.1	5	1491	0.00	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
271	2500	100	0.1	1	1469	0.00	[S, D1, K, B1, L, L, K, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
272	2500	10	0.15	0	494	0.00	[S, K, L, B1, D1, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
273	2500	25	0.15	1	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
274	2500	50	0.15	3	1361	0.00	[S, B1, D1, L, K, D1, B1, K, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
275	2500	100	0.15	0	406	0.00	[D1, L, B1, K, S, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
276	5000	10	0.05	4999	1480	2.31	[S, D1, K, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
277	5000	25	0.05	1	1469	0.00	[B1, D1, K, S, L, D1, B1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
278	5000	50	0.05	1	1491	0.00	[L, D1, B1, K, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
279	5000	100	0.05	1	1461	0.00	[K, B1, D1, L, S, D1, B1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
280	5000	10	0.1	31	1491	0.00	[L, B1, D1, K, S, D1, S, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
281	5000	25	0.1	1	1366	0.60	[L, S, K, B1, D1, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
282	5000	50	0.1	1	1469	0.00	[D1, K, B1, L, S, B1, S, D1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
283	5000	100	0.1	1	1491	0.00	[L, K, S, D1, B1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
284	5000	10	0.15	12	567	0.00	[L, B1, K, S, D1, S, B1, D1, K, L, 0, 0, 0, 1, 0]
285	5000	25	0.15	0	481	0.00	[B1, D1, L, K, S, D1, S, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
286	5000	50	0.15	1	1461	0.00	[K, D1, B1, S, L, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
287	5000	100	0.15	1	1378	0.97	[S, L, D1, B1, K, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 1, 0, 0]

ANEXO 5 – DETALLE DE SOLUCIÓN EXPERIMENTO 1 – PRUEBA 0

Prueba	G	N	TasaMutación	Ancho	Largo	Generación	Aptitud	Proximidad	Colindancia	Área Fuera	Área Dentro	Error	ParSecuenciado
Imprimiendo Padres de la generación g=0													
0	500	10	0.05	600	629	0	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	0	903	903	763	40890	249330	14	[B1, S, L, D1, K, L, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	0	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	0	1197	1197	811	113904	176316	39	[D1, B1, S, L, K, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	0	1215	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	0	1440	1440	644	76704	213516	26	[B1, L, K, D1, S, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	0	1730	1730	843	85895	204325	29	[L, K, B1, D1, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	0	1882	1882	950	64625	225595	22	[B1, K, S, D1, L, L, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	0	2021	2021	684	198525	91695	68	[L, B1, K, S, D1, L, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	0	2670	2670	894	206424	83796	71	[L, B1, D1, S, K, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Hijos de la generación g=0													
0	500	10	0.05	600	629	0	1481	1481	463	80220	210000	27	[K, B1, S, L, D1, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	0	2509	2509	533	245955	44265	84	[D1, S, B1, L, K, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	0	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	0	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	0	1803	1803	676	85704	204516	29	[B1, D1, K, S, L, S, L, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

5	500	10	0.05	600	629	0	1199	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	0	1138	1138	788	13000	277220	4	[K, D1, B1, L, S, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	0	1369	1369	647	52170	238050	17	[K, B1, D1, S, L, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	0	1317	1317	689	83190	207030	28	[L, B1, D1, S, K, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	0	2619	2619	890	218799	71421	75	[L, B1, S, D1, K, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=0

0	500	10	0.05	600	629	0	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	0	903	903	763	40890	249330	14	[B1, S, L, D1, K, L, D1, B1, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	0	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	0	1197	1197	811	113904	176316	39	[D1, B1, S, L, K, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	0	1215	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	0	1440	1440	644	76704	213516	26	[B1, L, K, D1, S, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	0	1730	1730	843	85895	204325	29	[L, K, B1, D1, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	0	1882	1882	950	64625	225595	22	[B1, K, S, D1, L, L, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	0	2021	2021	684	198525	91695	68	[L, B1, K, S, D1, L, B1, S, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	0	2670	2670	894	206424	83796	71	[L, B1, D1, S, K, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	0	1481	1481	463	80220	210000	27	[K, B1, S, L, D1, D1, K, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	0	2509	2509	533	245955	44265	84	[D1, S, B1, L, K, D1, S, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	0	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	0	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	0	1803	1803	676	85704	204516	29	[B1, D1, K, S, L, S, L, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	0	1199	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	0	1138	1138	788	13000	277220	4	[K, D1, B1, L, S, B1, K, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	0	1369	1369	647	52170	238050	17	[K, B1, D1, S, L, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	0	1317	1317	689	83190	207030	28	[L, B1, D1, S, K, L, K, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	0	2619	2619	890	218799	71421	75	[L, B1, S, D1, K, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=1

0	500	10	0.05	600	629	1	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	1	950	1882	950	64625	225595	22	[B1, K, S, D1, L, L, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	1	903	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	1	894	2670	894	206424	83796	71	[L, B1, D1, S, K, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	1	890	2619	890	218799	71421	75	[L, B1, S, D1, K, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	1	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	1	867	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	1	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	1	843	1730	843	85895	204325	29	[L, K, B1, D1, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	1	836	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=1

0	500	10	0.05	600	629	1	998	1281	998	62345	227875	21	[L, B1, K, S, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	1	763	1619	763	84365	205855	29	[B1, S, K, D1, L, L, K, D1, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	1	517	1343	517	169260	120960	58	[K, L, B1, D1, S, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 1]
3	500	10	0.05	600	629	1	1006	1621	1006	63150	227070	21	[L, K, D1, S, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	1	808	1016	808	52170	238050	17	[D1, L, B1, S, K, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	1	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	1	683	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	1	943	1335	943	85695	204525	29	[L, K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	1	598	1738	598	95316	194904	32	[L, B1, D1, K, S, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	1	446	1109	446	69654	220566	24	[K, D1, B1, S, L, D1, K, L, B1, S, 0, 1, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=1

0	500	10	0.05	600	629	1	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	1	950	1882	950	64625	225595	22	[B1, K, S, D1, L, L, D1, K, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	1	903	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	1	894	2670	894	206424	83796	71	[L, B1, D1, S, K, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	1	890	2619	890	218799	71421	75	[L, B1, S, D1, K, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

5	500	10	0.05	600	629	1	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	1	867	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	1	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	1	843	1730	843	85895	204325	29	[L, K, B1, D1, S, B1, D1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	1	836	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	1	998	1281	998	62345	227875	21	[L, B1, K, S, D1, K, S, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	1	763	1619	763	84365	205855	29	[B1, S, K, D1, L, L, K, D1, S, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	1	517	1343	517	169260	120960	58	[K, L, B1, D1, S, K, L, D1, B1, S, 0, 0, 0, 0, 1]
13	500	10	0.05	600	629	1	1006	1621	1006	63150	227070	21	[L, K, D1, S, B1, D1, B1, S, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	1	808	1016	808	52170	238050	17	[D1, L, B1, S, K, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	1	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	1	683	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	1	943	1335	943	85695	204525	29	[L, K, S, B1, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	1	598	1738	598	95316	194904	32	[L, B1, D1, K, S, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	1	446	1109	446	69654	220566	24	[K, D1, B1, S, L, D1, K, L, B1, S, 0, 1, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=2

0	500	10	0.05	600	629	2	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	2	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	2	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	2	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	2	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	2	1016	1016	808	52170	238050	17	[D1, L, B1, S, K, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	2	1109	1109	446	69654	220566	24	[K, D1, B1, S, L, D1, K, L, B1, S, 0, 1, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	2	1199	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	2	1215	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	2	1271	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=2

0	500	10	0.05	600	629	2	1085	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	2	713	713	825	35250	254970	12	[D1, L, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	2	1040	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	2	1476	1476	729	25875	264345	8	[S, K, D1, B1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	2	1406	1406	807	88830	201390	30	[L, D1, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	2	1065	1065	876	47940	242280	16	[L, B1, S, D1, K, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	2	1199	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	2	1346	1346	601	26584	263636	9	[K, D1, B1, S, L, D1, S, L, K, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	2	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	2	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=2

0	500	10	0.05	600	629	2	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	2	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	2	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	2	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	2	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	2	1016	1016	808	52170	238050	17	[D1, L, B1, S, K, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	2	1109	1109	446	69654	220566	24	[K, D1, B1, S, L, D1, K, L, B1, S, 0, 1, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	2	1199	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	2	1215	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	2	1271	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	2	1085	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	2	713	713	825	35250	254970	12	[D1, L, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	2	1040	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	2	1476	1476	729	25875	264345	8	[S, K, D1, B1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	2	1406	1406	807	88830	201390	30	[L, D1, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	2	1065	1065	876	47940	242280	16	[L, B1, S, D1, K, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

16	500	10	0.05	600	629	2	1346	1346	601	26584	263636	9	[K, D1, B1, S, L, D1, S, L, K, B1, 0, 1, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	2	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Padres de la generación g=3													
0	500	10	0.05	600	629	3	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	3	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	3	946	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	3	903	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	3	876	1065	876	47940	242280	16	[L, B1, S, D1, K, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	3	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	3	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	3	867	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	3	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	3	836	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
Imprimiendo Hijos de la generación g=3													
0	500	10	0.05	600	629	3	810	1387	810	182430	107790	62	[K, L, B1, S, D1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	3	621	1511	621	72404	217816	24	[L, K, S, B1, D1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	3	775	1263	775	51125	239095	17	[S, K, B1, L, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	3	999	1711	999	39375	250845	13	[K, D1, S, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	3	1011	1095	1011	47940	242280	16	[L, D1, B1, S, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	3	824	667	824	76704	213516	26	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	3	657	1279	657	140649	149571	48	[D1, K, B1, S, L, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	3	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	3	986	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	3	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Población de la generación g=3													
0	500	10	0.05	600	629	3	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	3	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]

2	500	10	0.05	600	629	3	946	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	3	903	1215	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	3	876	1065	876	47940	242280	16	[L, B1, S, D1, K, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	3	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	3	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	3	867	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	3	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	3	836	1199	836	26584	263636	9	[B1, D1, K, S, L, D1, S, L, B1, K, 0, 1, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	3	810	1387	810	182430	107790	62	[K, L, B1, S, D1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	3	621	1511	621	72404	217816	24	[L, K, S, B1, D1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 1, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	3	775	1263	775	51125	239095	17	[S, K, B1, L, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	3	999	1711	999	39375	250845	13	[K, D1, S, B1, L, K, L, B1, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	3	1011	1095	1011	47940	242280	16	[L, D1, B1, S, K, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	3	824	667	824	76704	213516	26	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	3	657	1279	657	140649	149571	48	[D1, K, B1, S, L, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	3	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	3	986	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	3	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=4

0	500	10	0.05	600	629	4	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	4	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	4	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	4	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	4	667	667	824	76704	213516	26	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	4	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	4	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	4	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

8	500	10	0.05	600	629	4	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	4	1025	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Hijos de la generación g=4													
0	500	10	0.05	600	629	4	1085	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	4	1142	1142	830	78600	211620	27	[D1, L, B1, S, K, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	4	856	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	4	1218	1218	824	83500	206720	28	[D1, B1, K, S, L, K, S, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	4	1185	1185	867	73210	217010	25	[D1, L, S, B1, K, L, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	4	1485	1485	654	164035	126185	56	[K, L, B1, S, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 1, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	4	1040	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	4	1271	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	4	1144	1144	657	58735	231485	20	[L, B1, K, S, D1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	4	968	968	888	71220	219000	24	[L, B1, K, S, D1, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Población de la generación g=4													
0	500	10	0.05	600	629	4	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	4	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	4	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	4	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	4	667	667	824	76704	213516	26	[D1, L, B1, S, K, B1, L, K, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	4	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	4	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	4	842	842	867	52170	238050	17	[K, D1, S, B1, L, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	4	981	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	4	1025	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	4	1085	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	4	1142	1142	830	78600	211620	27	[D1, L, B1, S, K, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	4	856	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

13	500	10	0.05	600	629	4	1218	1218	824	83500	206720	28	[D1, B1, K, S, L, K, S, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	4	1185	1185	867	73210	217010	25	[D1, L, S, B1, K, L, S, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	4	1485	1485	654	164035	126185	56	[K, L, B1, S, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 1, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	4	1040	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	4	1271	1271	683	80470	209750	27	[K, L, S, B1, D1, B1, K, L, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	4	1144	1144	657	58735	231485	20	[L, B1, K, S, D1, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	4	968	968	888	71220	219000	24	[L, B1, K, S, D1, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=5

0	500	10	0.05	600	629	5	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	5	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	5	986	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	5	965	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	5	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	5	946	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	5	888	968	888	71220	219000	24	[L, B1, K, S, D1, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	5	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	5	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	5	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=5

0	500	10	0.05	600	629	5	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	5	704	1833	704	197615	92605	68	[K, S, B1, L, D1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	5	888	968	888	71220	219000	24	[L, B1, K, S, D1, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	5	833	2169	833	113535	176685	39	[B1, S, K, D1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	5	838	940	838	42125	248095	14	[L, K, S, B1, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	5	516	858	516	40890	249330	14	[L, K, B1, S, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	5	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	5	864	480	864	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 1, 0, 0, 0, 0]

8	500	10	0.05	600	629	5	766	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	5	705	1073	705	35250	254970	12	[D1, L, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Población de la generación g=5													
0	500	10	0.05	600	629	5	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	5	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	5	986	1025	986	75825	214395	26	[L, B1, K, S, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	5	965	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	5	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	5	946	1040	946	75825	214395	26	[L, K, S, B1, D1, K, D1, B1, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	5	888	968	888	71220	219000	24	[L, B1, K, S, D1, B1, D1, K, S, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	5	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	5	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	5	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	5	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	5	704	1833	704	197615	92605	68	[K, S, B1, L, D1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	5	833	2169	833	113535	176685	39	[B1, S, K, D1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	5	838	940	838	42125	248095	14	[L, K, S, B1, D1, S, D1, B1, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	5	516	858	516	40890	249330	14	[L, K, B1, S, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	5	859	981	859	40200	250020	13	[L, B1, K, S, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	5	864	480	864	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 1, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	5	766	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	5	705	1073	705	35250	254970	12	[D1, L, B1, S, K, S, B1, K, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
Imprimiendo Padres de la generación g=6													
0	500	10	0.05	600	629	6	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	6	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	6	480	480	864	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 1, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	6	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

4	500	10	0.05	600	629	6	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	6	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	6	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	6	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	6	856	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	6	858	858	516	40890	249330	14	[L, K, B1, S, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=6

0	500	10	0.05	600	629	6	1070	1070	531	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	6	1142	1142	830	78600	211620	27	[D1, L, B1, S, K, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	6	921	921	566	32195	258025	11	[B1, L, K, S, D1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 1, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	6	1778	1778	456	100124	190096	34	[B1, L, K, S, D1, B1, D1, L, S, K, 1, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	6	1506	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	6	1259	1259	882	29875	260345	10	[D1, K, S, B1, L, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	6	1387	1387	810	182430	107790	62	[K, L, B1, S, D1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	6	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	6	1418	1418	719	76704	213516	26	[K, B1, D1, S, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	6	846	846	523	36660	253560	12	[L, B1, D1, S, K, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=6

0	500	10	0.05	600	629	6	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	6	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	6	480	480	864	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, L, D1, B1, K, 1, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	6	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	6	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	6	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	6	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	6	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	6	856	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

9	500	10	0.05	600	629	6	858	858	516	40890	249330	14	[L, K, B1, S, D1, K, D1, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	6	1070	1070	531	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	6	1142	1142	830	78600	211620	27	[D1, L, B1, S, K, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	6	921	921	566	32195	258025	11	[B1, L, K, S, D1, S, B1, D1, L, K, 0, 0, 1, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	6	1778	1778	456	100124	190096	34	[B1, L, K, S, D1, B1, D1, L, S, K, 1, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	6	1506	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	6	1259	1259	882	29875	260345	10	[D1, K, S, B1, L, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	6	1387	1387	810	182430	107790	62	[K, L, B1, S, D1, K, B1, S, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	6	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	6	1418	1418	719	76704	213516	26	[K, B1, D1, S, L, S, D1, L, K, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	6	846	846	523	36660	253560	12	[L, B1, D1, S, K, D1, K, L, B1, S, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=7

0	500	10	0.05	600	629	7	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	7	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	7	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	7	965	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	7	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	7	940	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	7	882	1259	882	29875	260345	10	[D1, K, S, B1, L, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	7	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	7	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	7	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=7

0	500	10	0.05	600	629	7	750	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	7	887	996	887	16875	273345	5	[D1, K, S, B1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	7	968	1976	968	149370	140850	51	[K, D1, S, B1, L, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	7	741	695	741	13000	277220	4	[S, B1, K, D1, L, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 1, 0, 0]

4	500	10	0.05	600	629	7	877	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	7	804	1087	804	135234	154986	46	[K, L, B1, S, D1, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	7	724	1153	724	83500	206720	28	[D1, B1, K, S, L, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	7	806	1141	806	3500	286720	1	[B1, D1, K, S, L, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	7	766	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	7	914	978	914	126900	163320	43	[D1, L, B1, S, K, S, K, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=7

0	500	10	0.05	600	629	7	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	7	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	7	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	7	965	856	965	35250	254970	12	[B1, D1, K, S, L, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	7	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	7	940	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	7	882	1259	882	29875	260345	10	[D1, K, S, B1, L, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	7	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	7	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	7	868	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	7	750	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	7	887	996	887	16875	273345	5	[D1, K, S, B1, L, B1, S, L, D1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	7	968	1976	968	149370	140850	51	[K, D1, S, B1, L, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	7	741	695	741	13000	277220	4	[S, B1, K, D1, L, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 1, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	7	877	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	7	804	1087	804	135234	154986	46	[K, L, B1, S, D1, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	7	724	1153	724	83500	206720	28	[D1, B1, K, S, L, K, S, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	7	806	1141	806	3500	286720	1	[B1, D1, K, S, L, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	7	766	1085	766	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, B1, K, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	7	914	978	914	126900	163320	43	[D1, L, B1, S, K, S, K, B1, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=8

0	500	10	0.05	600	629	8	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	8	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	8	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	8	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	8	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	8	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	8	695	695	741	13000	277220	4	[S, B1, K, D1, L, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 1, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	8	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	8	757	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	8	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=8

0	500	10	0.05	600	629	8	1070	1070	531	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	8	729	729	733	71910	218310	24	[D1, L, B1, S, K, L, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	8	1205	1205	791	156899	133321	54	[K, B1, L, S, D1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	8	763	763	563	23040	267180	7	[B1, K, L, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 1]
4	500	10	0.05	600	629	8	1506	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	8	2441	2441	863	182349	107871	62	[D1, K, S, B1, L, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	8	554	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	8	536	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	8	1614	1614	832	116915	173305	40	[L, B1, S, K, D1, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	8	1041	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=8

0	500	10	0.05	600	629	8	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, K, L, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	8	419	419	868	70500	219720	24	[D1, L, B1, S, K, S, L, K, B1, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	8	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	8	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

4	500	10	0.05	600	629	8	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	8	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	8	695	695	741	13000	277220	4	[S, B1, K, D1, L, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 1, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	8	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	8	757	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	8	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	8	1070	1070	531	130284	159936	44	[D1, L, B1, S, K, K, B1, S, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	8	729	729	733	71910	218310	24	[D1, L, B1, S, K, L, S, B1, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	8	1205	1205	791	156899	133321	54	[K, B1, L, S, D1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	8	763	763	563	23040	267180	7	[B1, K, L, S, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 1]
14	500	10	0.05	600	629	8	1506	1506	750	103479	186741	35	[D1, S, K, B1, L, K, B1, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	8	2441	2441	863	182349	107871	62	[D1, K, S, B1, L, L, B1, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	8	554	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	8	536	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	8	1614	1614	832	116915	173305	40	[L, B1, S, K, D1, B1, S, D1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
19	500	10	0.05	600	629	8	1041	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=9

0	500	10	0.05	600	629	9	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	9	1023	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	9	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	9	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	9	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	9	940	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	9	896	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	9	895	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	9	877	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	9	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=9

0	500	10	0.05	600	629	9	787	2032	787	168849	121371	58	[D1, K, S, B1, L, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	9	602	1436	602	25875	264345	8	[K, D1, S, B1, L, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	9	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	9	903	1699	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	9	895	1261	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	9	804	1087	804	135234	154986	46	[K, L, B1, S, D1, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	9	629	1062	629	48865	241355	16	[L, S, K, B1, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	9	717	1905	717	161115	129105	55	[L, K, S, B1, D1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	9	750	1696	750	109525	180695	37	[L, B1, S, K, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	9	614	1280	614	91664	198556	31	[B1, L, K, S, D1, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=9

0	500	10	0.05	600	629	9	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	9	1023	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	9	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	9	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	9	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	9	940	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	9	896	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	9	895	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	9	877	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	9	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	9	787	2032	787	168849	121371	58	[D1, K, S, B1, L, B1, L, S, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	9	602	1436	602	25875	264345	8	[K, D1, S, B1, L, B1, L, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	9	903	1699	903	28575	261645	9	[K, D1, S, B1, L, K, L, S, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	9	895	1261	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, D1, K, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	9	804	1087	804	135234	154986	46	[K, L, B1, S, D1, B1, D1, S, L, K, 0, 0, 0, 0, 0]

15	500	10	0.05	600	629	9	629	1062	629	48865	241355	16	[L, S, K, B1, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	9	717	1905	717	161115	129105	55	[L, K, S, B1, D1, K, S, B1, D1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	9	750	1696	750	109525	180695	37	[L, B1, S, K, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 1, 0, 0, 0]
18	500	10	0.05	600	629	9	614	1280	614	91664	198556	31	[B1, L, K, S, D1, D1, L, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Padres de la generación g=10

0	500	10	0.05	600	629	10	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	10	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	10	536	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	10	554	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	10	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	10	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	10	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	10	757	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	10	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	10	1041	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Hijos de la generación g=10

0	500	10	0.05	600	629	10	1205	1205	791	156899	133321	54	[K, B1, L, S, D1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	10	926	926	795	36660	253560	12	[L, S, K, B1, D1, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	10	638	638	734	55125	235095	18	[K, S, B1, D1, L, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	10	300	300	1147	0	290220	0	[K, B1, S, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	10	1259	1259	882	29875	260345	10	[D1, S, K, B1, L, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	10	1666	1666	670	103879	186341	35	[D1, K, S, B1, L, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	10	976	976	795	49905	240315	17	[K, L, S, B1, D1, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	10	937	937	677	38515	251705	13	[L, K, S, B1, D1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
8	500	10	0.05	600	629	10	1061	1061	724	40200	250020	13	[L, K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	10	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población de la generación g=10

0	500	10	0.05	600	629	10	477	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	10	498	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	10	536	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	10	554	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	10	572	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	10	652	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
6	500	10	0.05	600	629	10	723	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	10	757	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	10	764	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	10	1041	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	10	1205	1205	791	156899	133321	54	[K, B1, L, S, D1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	10	926	926	795	36660	253560	12	[L, S, K, B1, D1, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	10	638	638	734	55125	235095	18	[K, S, B1, D1, L, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	10	300	300	1147	0	290220	0	[K, B1, S, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	10	1259	1259	882	29875	260345	10	[D1, S, K, B1, L, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	10	1666	1666	670	103879	186341	35	[D1, K, S, B1, L, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	10	976	976	795	49905	240315	17	[K, L, S, B1, D1, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	10	937	937	677	38515	251705	13	[L, K, S, B1, D1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
18	500	10	0.05	600	629	10	1061	1061	724	40200	250020	13	[L, K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Población Final Ordenada de la generación g=500

Imprimiendo Población de la generación g=11

0	500	10	0.05	600	629	11	1147	300	1147	0	290220	0	[K, B1, S, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
1	500	10	0.05	600	629	11	1104	572	1104	25875	264345	8	[D1, K, S, B1, L, B1, K, L, S, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
2	500	10	0.05	600	629	11	1023	554	1023	13000	277220	4	[K, B1, S, D1, L, B1, D1, L, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
3	500	10	0.05	600	629	11	1004	652	1004	25875	264345	8	[D1, S, K, B1, L, B1, S, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
4	500	10	0.05	600	629	11	991	723	991	81920	208300	28	[K, L, S, B1, D1, K, S, L, D1, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
5	500	10	0.05	600	629	11	962	764	962	30330	259890	10	[L, B1, S, K, D1, S, D1, B1, K, L, 0, 0, 0, 0, 0]

6	500	10	0.05	600	629	11	940	477	940	51995	238225	17	[K, L, S, B1, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
7	500	10	0.05	600	629	11	896	536	896	48865	241355	16	[K, S, B1, L, D1, K, L, B1, D1, S, 0, 0, 0, 0, 0]
8	500	10	0.05	600	629	11	895	1041	895	49905	240315	17	[L, K, S, B1, D1, K, D1, S, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
9	500	10	0.05	600	629	11	882	1259	882	29875	260345	10	[D1, S, K, B1, L, B1, S, K, L, D1, 0, 0, 0, 0, 0]
10	500	10	0.05	600	629	11	877	757	877	9870	280350	3	[L, K, S, B1, D1, S, K, D1, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
11	500	10	0.05	600	629	11	872	498	872	0	290220	0	[B1, L, K, S, D1, S, D1, L, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
12	500	10	0.05	600	629	11	795	926	795	36660	253560	12	[L, S, K, B1, D1, B1, D1, L, S, K, 0, 0, 0, 0, 0]
13	500	10	0.05	600	629	11	795	976	795	49905	240315	17	[K, L, S, B1, D1, K, D1, S, L, B1, 0, 0, 0, 0, 0]
14	500	10	0.05	600	629	11	791	1205	791	156899	133321	54	[K, B1, L, S, D1, L, D1, S, B1, K, 0, 0, 0, 0, 0]
15	500	10	0.05	600	629	11	734	638	734	55125	235095	18	[K, S, B1, D1, L, K, D1, B1, L, S, 0, 0, 0, 0, 0]
16	500	10	0.05	600	629	11	724	1061	724	40200	250020	13	[L, K, S, B1, D1, S, D1, K, B1, L, 0, 0, 0, 0, 0]
17	500	10	0.05	600	629	11	677	937	677	38515	251705	13	[L, K, S, B1, D1, S, K, B1, D1, L, 0, 0, 0, 1, 0]
18	500	10	0.05	600	629	11	670	1666	670	103879	186341	35	[D1, K, S, B1, L, S, B1, L, K, D1, 0, 0, 0, 0, 0]

Imprimiendo Mejor Individuo de la generación g=500

0	500	10	0.05	600	629	11	1147	300	1147	0	290220	0	[K, B1, S, L, D1, L, B1, D1, K, S, 0, 0, 0, 0, 0]
---	-----	----	------	-----	-----	----	------	-----	------	---	--------	---	---