



ARCAL

Volumen II

Mapeo de la Red ARCAL:

Grado de Interrelación entre Países Miembros: 1983 - 2006

GĚRENS

Lima, Mayo de 2008

Acerca de la estrategia de participación de los países en ARCAL

El análisis desarrollado en el presente volumen tiene como objetivo mapear la configuración de la red ARCAL, midiendo el grado de interrelación que existe entre los países que la conforman, empleando como indicador el número de proyectos en que dos países han participado de forma conjunta en determinado periodo de tiempo. Este estudio descansa sobre el supuesto de que a mayor número de proyectos conjuntos le corresponde un grado más alto de interrelación, en la medida que existió mayor oportunidad de interacción de autoridades y expertos, transferencia de tecnología, cursos de capacitación, intercambio de experiencias, y consolidación de la relación.

En el presente estudio no se ha empleado variables cualitativas, tales como la calidad y efectividad de la interrelación, los impactos o beneficios obtenidos por cada país, el nivel o frecuencia de la comunicación entre países, las cuales son otras dimensiones de la red que, de incluirse en el mapeo, podrían revelar configuraciones que reflejen la calidad y características específicas de la interrelación. Es recomendable que ARCAL realice un mapeo con base a estas variables a fin de que obtenga una visión más completa de las interrelaciones entre países.

Es conveniente precisar que el presente estudio no sugiere que los países busquen participar en el mayor número de posible de proyectos, sino mas bien, los países deben formular una estrategia de participación en proyectos que sea congruente con sus propios planes y prioridades nacionales. Lo que se puede señalar es que los mayores beneficios para la Red ARCAL y los países que la conforman se darán cuando la participación de cada país esté acompañada de claridad estratégica y claridad de propósitos, incluyendo el que el país tenga las condiciones de infraestructura física y de recursos humanos necesarios para participar con eficacia en un proyecto.

Es factible que con una estrategia de participación enfocada en determinados sectores y tipos de proyectos, lo que por ejemplo podría significar un nivel de interrelación medio, un país pueda maximizar los beneficios y resultados obtenidos dadas las condiciones de su red nacional. Es recomendable que los países tomen los resultados del mapeo como un insumo para la definir sus propias estrategias de participación de acuerdo con sus planes y prioridades nacionales.

Mapeo de la Red ARCAL: Grado de Interrelación entre Países Miembros, 1983 - 2006

Tabla de contenido

Introducción.....	6
1. Metodología y resultados generales	7
1.1 Metodología empleada.....	7
1.2 Resultados del mapeo de las interrelaciones entre países.....	10
2. Grado de interrelación por nivel de desarrollo nuclear	12
2.1 Interrelaciones existentes al interior de los países de alto, intermedio y bajo desarrollo relativo	12
2.1.1 Países de alto desarrollo relativo.....	12
2.1.2 Países de desarrollo relativo intermedio	13
2.1.3 Países de bajo desarrollo relativo	13
2.2 Interrelaciones existentes entre grupos de países con diferente nivel de desarrollo relativo	14
2.2.1 Entre países de alto e intermedio desarrollo relativo	14
2.2.2 Entre países de intermedio y bajo desarrollo relativo	15
2.2.3 Entre países de alto y bajo desarrollo relativo.....	16
2.3 Red de interrelación alta en ARCAL	17
3. Las interrelaciones en las redes formadas por cada país	18
3.1 Países de desarrollo nuclear alto	18
3.1.1 Red Argentina.....	18
3.1.2 Red Brasil	19
3.1.3 Red Chile.....	19
3.1.4 Red Cuba.....	20
3.1.5 Red México	20



3.2	Países de desarrollo nuclear intermedio	21
3.2.1	Red Perú.....	21
3.2.2	Red Colombia.....	21
3.2.3	Red Costa Rica.....	22
3.2.4	Red Uruguay.....	22
3.2.5	Red Venezuela.....	23
3.3	Países de desarrollo nuclear bajo	24
3.3.1	Red Bolivia	24
3.3.2	Red Ecuador.....	24
3.3.3	Red Guatemala.....	25
3.3.4	Red Panamá.....	25
3.3.5	Red Paraguay.....	26
3.3.6	Red El Salvador.....	26
3.3.7	Red República Dominicana.....	27
3.3.8	Red Nicaragua.....	27
3.3.9	Red Haití.....	28
3.3.10	Red Jamaica.....	28
4.	Las principales redes sectoriales.....	29
4.1	Sector de aplicaciones médicas	30
4.2	Sector de seguridad nuclear.....	33
4.3	Sector de aplicaciones en agricultura y alimentación	35
5.	Variable tiempo: interrelaciones en la red ARCAL en el largo y en el mediano plazo.....	37
5.1	Red ARCAL del 2002-2006.....	37
5.2	Actividad promedio de los países que conforman la red ARCAL	40
6.	Conclusiones y recomendaciones sobre el fortalecimiento de ARCAL	43
6.1	Alcances, limitaciones y futuros estudios.....	44

Anexos

ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PAREJAS DE PAÍSES POR NÚMERO DE PROYECTOS DE LA RED ARCAL	47
ANEXO 2: PROYECTOS EN COMÚN POR PAREJAS DE PAÍSES EN EL SECTOR DE APLICACIONES MÉDICAS	48
ANEXO 3: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PAREJAS DE PAÍSES POR NÚMERO DE PROYECTOS EN EL SECTOR DE APLICACIONES MÉDICAS	49
ANEXO 4: PROYECTOS EN COMÚN POR PAREJAS DE PAÍSES EN EL SECTOR DE SEGURIDAD NUCLEAR.....	50
ANEXO 5: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PAREJAS DE PAÍSES POR NÚMERO DE PROYECTOS EN EL SECTOR DE SEGURIDAD NUCLEAR.....	51
ANEXO 6: PROYECTOS EN COMÚN POR PAREJAS DE PAÍSES EN EL SECTOR DE APLICACIONES EN AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN.....	52
ANEXO 7: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PAREJAS DE PAÍSES POR NÚMERO DE PROYECTOS EN EL SECTOR DE APLICACIONES EN AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN.....	53
ANEXO 8: PROYECTOS EN COMÚN POR PAREJAS DE PAÍSES EN LA RED ARCAL PARA EL PERIODO 2002-2006.....	54
ANEXO 9: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE PAREJAS DE PAÍSES POR NÚMERO DE PROYECTOS PARA EL PERIODO 2002-2006	55

Introducción

El objetivo del presente estudio es caracterizar la red ARCAL, midiendo el grado de interrelación que existe entre los países que la conforman, identificando las diferencias y similitudes entre países de alto, intermedio y bajo desarrollo relativo en el campo nuclear, así como las redes formadas al interior de los principales sectores temáticos del Acuerdo en este periodo. La medición del grado de interrelación se llevó a cabo con base al número de proyectos conjuntos en que han participado los países.

El mapeo se realiza para dos periodos. En primer lugar, se realiza un mapeo que cubre 24 años de actividades de ARCAL (1983-2006), periodo durante el cual se desarrollan 77 proyectos. Luego, con fines de contraste, se realiza otro mapeo para medir la actividad y características de la Red ARCAL en un periodo de 5 años (2002-2006).

El presente estudio es uno de los componentes de la consultoría para el “Fortalecimiento Institucional de ARCAL” que GERENS viene realizando.

El documento se compone de 6 partes. En la primera se presenta la metodología empleada, los alcances y limitaciones del estudio y una visión general de los resultados de la medición del grado de interrelación relativa de los países. En la segunda parte se muestran los resultados del mapeo de las interrelaciones al interior de los grupos de países de nivel alto, medio y bajo desarrollo relativo en el campo nuclear, así como las interrelaciones existentes entre diferentes grupos de países.

En la tercera parte se presenta el mapeo de las redes de cada país, identificando con qué miembros de ARCAL han formado vínculos de un grado más alto en el periodo analizado. En la cuarta parte se muestran los resultados obtenidos con relación a las principales redes sectoriales.

La quinta parte complementa el análisis con los resultados del mapeo de las interrelaciones en la red ARCAL en el quinquenio 2002-2006, que representa la situación más reciente de la red, identificándose las principales diferencias con las interrelaciones mapeadas para los 24 años. Asimismo, se exponen los resultados obtenidos de calcular un indicador del nivel de actividad promedio de los países en la red, medido con base al número de proyectos en los que ha participado y la antigüedad promedio de cada país en la ejecución de proyectos regionales ARCAL.

Finalmente, la sexta parte presenta las principales conclusiones y recomendaciones que se desprender de este análisis para el fortalecimiento del Acuerdo. En los anexos del documento se incluye mayor detalle sobre los datos empleados en el estudio.

1. Metodología y resultados generales

1.1 Metodología empleada

a) El número de proyectos conjuntos como indicador del grado de interrelación

La estimación del grado de interrelación entre los países se realizó con base al indicador de **número de proyectos conjuntos desarrollados entre dos países**, que es congruente con la premisa de que a mayor número de proyectos conjuntos entre dos países, se espera un grado de interrelación más alto, en la medida que se da una mayor oportunidad de intercambio de capacidades, interacción de expertos, transferencia de tecnología, oportunidades de relacionamiento (*networking*), entre otros.

El estudio ha empleado la información proporcionada por la Secretaría de ARCAL en OIEA para identificar los países que participaron en los 77 proyectos que se llevaron a cabo entre los años 1983 y 2006¹. Asimismo, el análisis comprende a los 20 países de la región que han participado en proyectos regionales ARCAL durante el periodo analizado, incluyendo a Jamaica, país que si bien no es país firmante del Acuerdo, sí ha participado en algunos proyectos ARCAL de manera conjunta con los demás países. El estudio comprende las interrelaciones entre 190 pares o “parejas” de países.

Como resultados, tenemos que la cantidad de proyectos conjuntos promedio entre dos países fue de 26, siendo el máximo número de proyectos conjuntos igual a 67 (Argentina y Brasil) y el número de proyectos mínimo igual a 1 (Jamaica con Uruguay, Venezuela, Guatemala, entre otros). En el cuadro 1 se presentan una matriz que recoge el número de proyectos conjuntos entre las 190 parejas de países.

¹ Se ha empleado la siguiente documentación:

- “Circular informativa, programa ARCAL, más de dos decenios de cooperación en el sector de la ciencia y tecnología”. Anexo 3-Participación de cada país en proyectos ARCAL de 1983 a 2004
- “Informe preliminar de la secretaría para ARCAL en el OIEA sobre las principales actividades realizadas en el marco del programa 2005”. Tabla 2 - Total de proyectos ARCAL, Bienio 2005-2006, Tabla 9 - Cuadro de Principales actividades planificadas y completadas durante 2005, y Anexo 12 - Cuadro Productos y Resultados 2005
- “Informe de la secretaría para ARCAL en el OIEA sobre las principales actividades realizadas en el marco del programa 2006-2007”. Anexo 1 - Participación de los países en cada proyecto durante 2006

Cuadro 1. Número de proyectos ARCAL realizados de manera conjunta por dos países

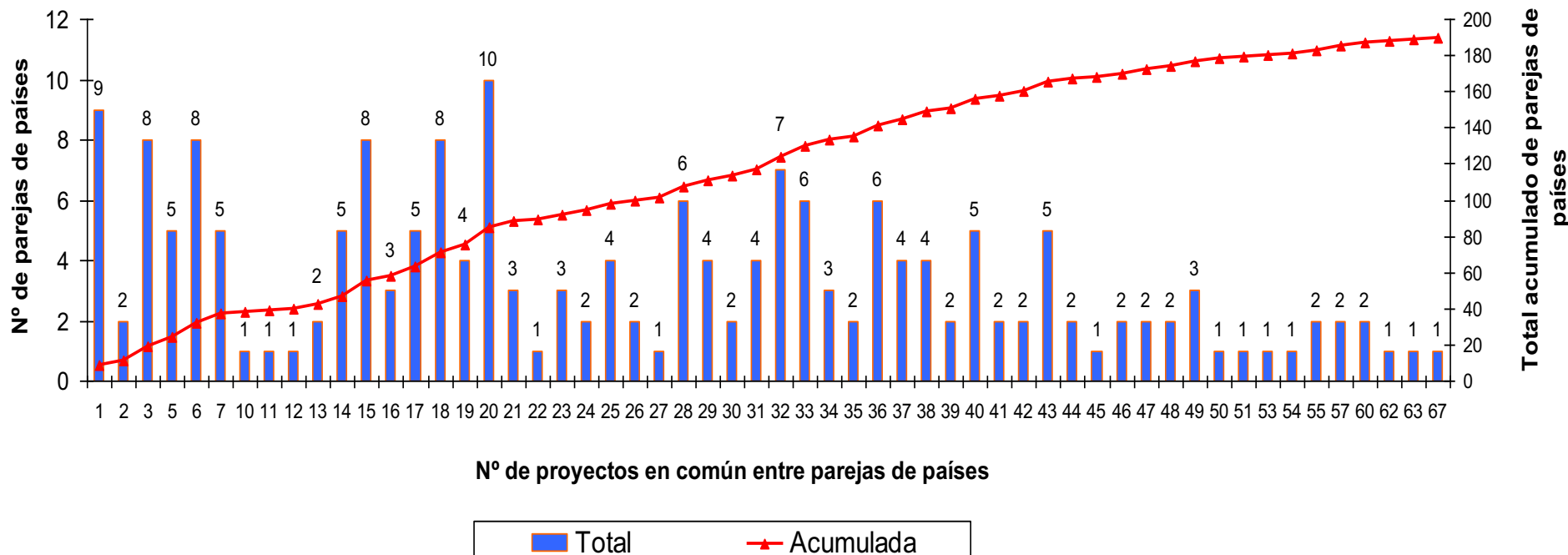
		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo										
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic	
Alto desarrollo	Arg		67	62	55	60	50	39	47	49	43	36	40	40	24	34	17	18	6	3	18	
	Bra			63	57	60	54	42	48	51	42	41	41	43	27	36	20	18	6	3	20	
	Chi				53	57	48	38	43	46	38	35	40	40	23	32	15	17	5	3	15	
	Cub					55	45	32	43	47	44	33	33	37	28	28	20	21	7	3	20	
	Mex						49	36	46	49	44	33	37	38	26	30	20	20	7	3	21	
Intermedio desarrollo	Per						36	37	43	37	35	36	32	23	32	19	18	6	1	20		
	Col							31	33	25	31	34	28	19	29	10	14	5	3	14		
	Cos								38	36	33	34	40	26	30	19	17	6	2	20		
	Uru									39	29	31	32	23	31	17	20	7	1	18		
	Ven											25	28	29	25	25	18	18	7	1	20	
Bajo desarrollo	Bol												33	32	22	28	19	16	6	3	17	
	Ecu													32	21	28	15	13	5	3	12	
	Gua														24	29	18	15	5	2	15	
	Pan															16	14	14	6	1	16	
	Par																15	15	6	1	15	
	Els																	13	5	1	14	
	Dom																		7	1	11	
	Hai																			1	6	
	Jam																					1
	Nic																					

Fuente: OIEA, Elaboración GERENS

b) Medición por tercios del grado relativo de interrelación entre dos países

Para determinar los grados de de interrelacionen la red se empleó un indicador de **interrelación relativa**. Para ello, se ordenó la distribución de frecuencias de la tabla 1 por tercios, es decir, se ordenaron las parejas de países de mayor a menor con base a la cantidad de proyectos conjuntos desarrollados en el periodo, y luego se clasificaron en tres grupos donde se buscó que cada uno tuviera, en la medida de lo posible, la misma cantidad de pares de países. De esta forma, el primer tercio que concentra las parejas de países con mayor cantidad de proyectos conjuntos son los que en términos relativos presentan un grado de interrelación **alto** entre; los del segundo tercio presentan un grado de interrelación **medio** y los del último tercio presentan interrelaciones de grado **bajo** en términos relativos. El gráfico 1 a continuación se muestra el histograma de frecuencias de los proyectos en común entre parejas de países (En el anexo 1 se puede apreciar mayor detalle acerca de la distribución de frecuencias que siguen las parejas de países).

Gráfico 1. Histograma del número de proyectos en común entre parejas de países



Fuente: OIEA, Elaboración GERENS

Como resultado se tiene que aquellos países que han desarrollado entre 34 y 67 proyectos conjuntos con otro país tienen un grado de interrelación alto, mientras que aquellos que han realizado entre 18 y 33 proyectos conjuntos con otro país tienen un grado de interrelación medio, y los que tienen entre 1 y 17 proyectos conjuntos tendrán un grado de interrelación bajo.

1.2 Resultados del mapeo de las interrelaciones entre países

Con base a la metodología descrita, se han identificado 63 parejas de países con interrelaciones bajas en términos relativos, 67 pares de países con interrelaciones de grado medio y 60 con interrelaciones de grado alto. Asimismo, se observa que existe correspondencia entre el nivel de desarrollo relativo de los países en el campo nuclear y el grado de sus interrelaciones.

Emp0leando este indicador, se encontró que los países de alto desarrollo relativo tienen interrelaciones altas entre sí y con los países de desarrollo medio e incluso varios de desarrollo relativo bajo. Situación similar se observa entre los países de nivel de desarrollo intermedio y por el contrario, los 10 países de desarrollo nuclear bajo presentan interrelaciones principalmente medias y bajas entre sí y con otros países, resaltando los casos de Jamaica, Haití y Nicaragua y República Dominicana que tienen interrelaciones bajas con una mayor proporción de países que los otros en su grupo.

En el cuadro 2 se presenta una matriz donde se indica la fortaleza de la interrelación entre las 190 parejas de países. En las secciones siguientes de este documento se describirá con mayor detalle las interrelaciones a nivel de grupos de países, países individuales y los principales sectores temáticos.

Cuadro 2. Grado de Interrelación entre países por nivel de desarrollo relativo

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo									
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic
Alto desarrollo	Arg		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Bra			Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Chi				Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Cub					Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Mex						Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Intermedio desarrollo	Per						Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Col								Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Cos									Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	
	Uru										Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Ven											Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Bajo desarrollo	Bol												Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Ecu													Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Gua														Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Pan															Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Par															Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Els																Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Dom																	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Hai																			Bajo	Bajo
	Jam																				Bajo
	Nic																				

	Bajo	Medio	Alto
Intervalo de proyectos en común entre parejas de países	1-17	18-33	34-67
Total de parejas de países	63	67	60

Elaboración GERENS

2. Grado de interrelación por nivel de desarrollo nuclear

Habiendo cuantificado el grado de interrelación entre dos países de la red ARCAL, se empleó un software para el mapeo de redes con la finalidad de traducir de manera gráfica la configuración y relaciones que se han formado en la red entre los años analizados². A continuación se presentan los resultados del mapeo de la red formada por los países agrupados en función a su nivel de desarrollo relativo en el campo nuclear, así como las interrelaciones que existen entre países de diferentes grupos.

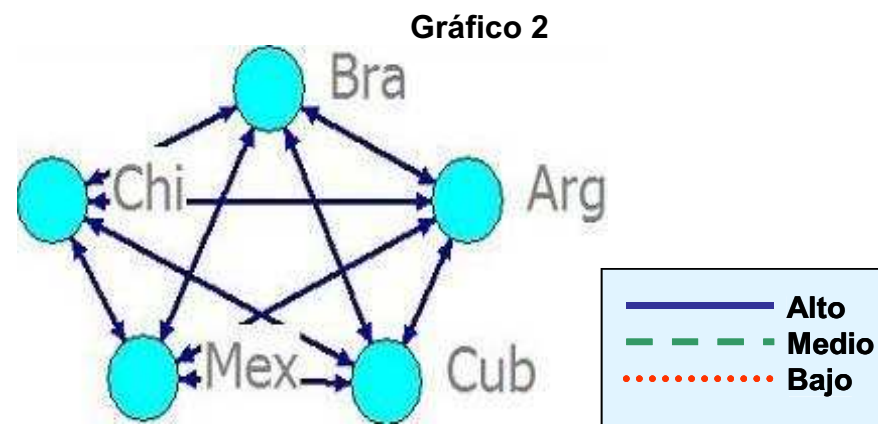
2.1 Interrelaciones existentes al interior de los países de alto, intermedio y bajo desarrollo relativo

ARCAL ha clasificado a los 19 países objeto del estudio en tres grupos: países de alto, medio y bajo desarrollo nuclear relativo en la región³. A continuación se presentan los resultados del mapeo de las interrelaciones entre los países que conforman cada grupo.

2.1.1 Países de alto desarrollo relativo

El 100% de las interrelaciones entre los países de este grupo son de grado alto. Agrupan a los países que han desarrollado el mayor número de proyectos conjuntos, resaltando Argentina y Brasil con 67 proyectos, Brasil y Chile con 63 proyectos, y Argentina y Chile con 62 proyectos.

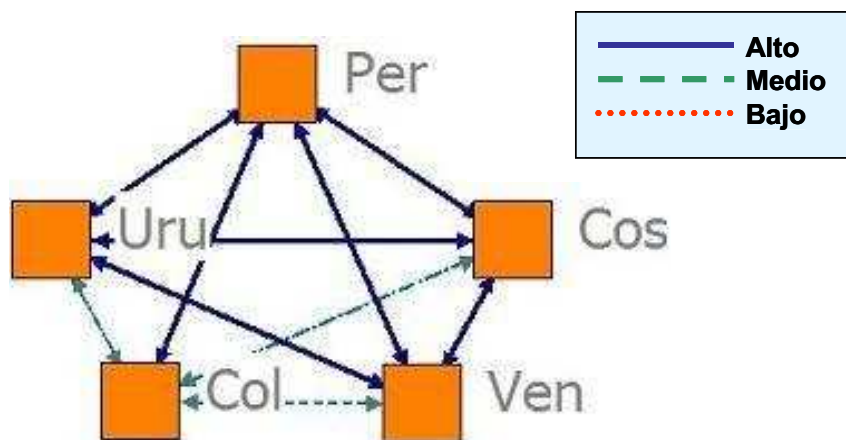
Un mayor nivel de desarrollo nuclear, en términos relativos para la región, está asociado a una mayor capacidad de absorción de capacidades y de obtener beneficios potenciales en varios sectores temáticos, puede estar asociado también a mayor cantidad de expertos y en líneas generales, de participar de forma más activa y constante en la red.



² El análisis gráfico de las redes de países se llevó a cabo empleando el software Netdraw de Analytic Technologies, desarrollado por el profesor Steve Borgatti de la Gatton College of Business and Economics-University of Kentucky, el cual es ampliamente utilizado para el modelaje de redes.

³ Para fines del estudio se considera Jamaica como país de bajo desarrollo relativo

Gráfico 3



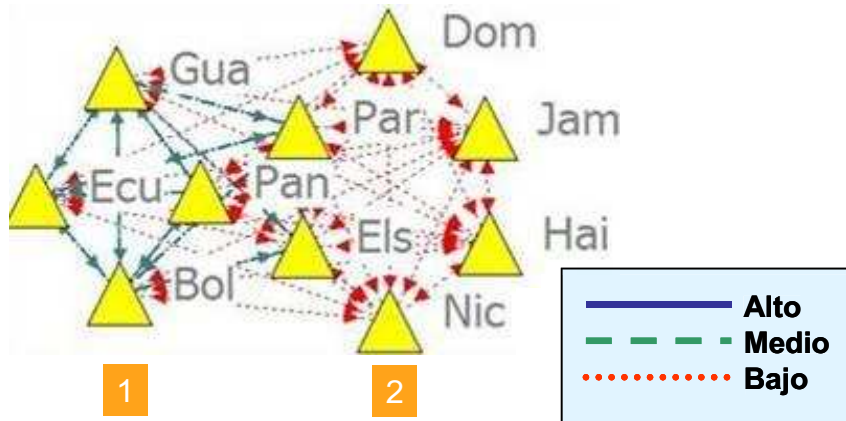
Elaboración GERENS

2.1.2 Países de desarrollo relativo intermedio

El 70% de las interrelaciones entre dos países son de grado alto, donde el 30 % restante se explica por las de grado medio que mantiene Colombia con Costa Rica, Uruguay y Venezuela.

En términos relativos, Colombia no ha construido interrelaciones de grado alto con los otros países, a excepción de Perú, lo cual se explica por un menor nivel de actividad, en términos relativos para la región, en la ejecución de proyectos ARCAL.

Gráfico 4



Elaboración GERENS

2.1.3 Países de bajo desarrollo relativo

En este grupo no se existen interrelaciones de grado alto entre los países, predominando las interrelaciones de grado bajo (75.6%) sobre las de grado medio (24.4%). Asimismo, se puede observar la formación de dos subgrupos. El primero donde todas las interrelaciones entre países son de grado medio: Ecuador, Bolivia, Panamá y Guatemala; y el segundo donde todas las interrelaciones entre los seis países son grado bajo: República Dominicana, Paraguay, Jamaica, Haití, El Salvador y Nicaragua.

Aún entre los países de nivel desarrollo nuclear bajo, existen diferencias en cuanto a su capacidad para participar en proyectos e integrarse en red. Es conveniente resaltar, que existen interrelaciones de grado medio entre países del primer subgrupo con las del segundo, específicamente Paraguay (con Guatemala, Bolivia y Ecuador) y El Salvador (con Bolivia y Guatemala).

2.2 Interrelaciones existentes entre grupos de países con diferente nivel de desarrollo relativo

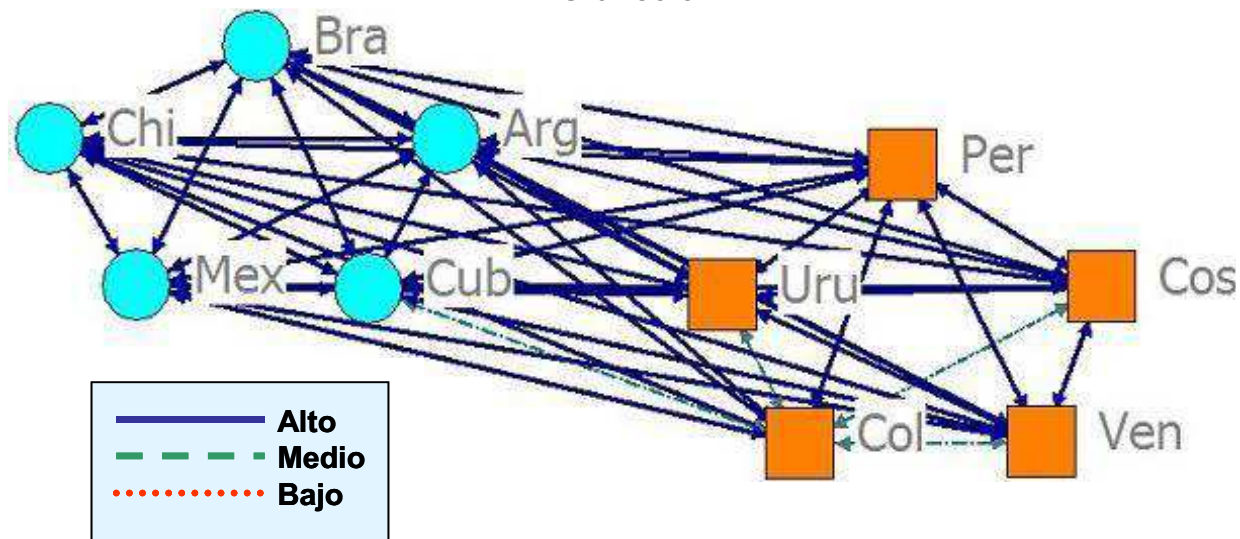
El mapeo también comprende las interrelaciones que se producen entre países de diferente nivel de desarrollo relativo. En términos generales se puede observar que las interrelaciones formadas por los países de nivel de desarrollo alto e intermedio son de grado alto en ARCAL, mientras que las interrelaciones entre estos países y los de desarrollo nuclear bajo son principalmente de grado medio o bajo, con algunas excepciones, que corresponden a las interrelaciones entre países de alto desarrollo y algunos de desarrollo medio como Perú y Costa Rica que tienen interrelaciones de grado alto con países del tercer grupo, específicamente con aquellos países que conforman el primer subgrupo de interrelaciones de mayor grado.

2.2.1 Entre países de alto e intermedio desarrollo relativo

El 96% de las interrelaciones entre países del grupo de desarrollo nuclear alto y los del grupo de desarrollo nuclear intermedio son de grado alto. Colombia es el único país que tiene una interrelación de grado medio con Cuba (4%).

En líneas generales, los países de nivel desarrollo nuclear alto e intermedio tienen un grado de interrelación alto entre sí. Es conveniente resaltar, que son cinco los países que mantienen interrelaciones de grado alto con todos los demás: Brasil, Argentina, Chile, México y Perú.

Gráfico 5



Elaboración GERENS

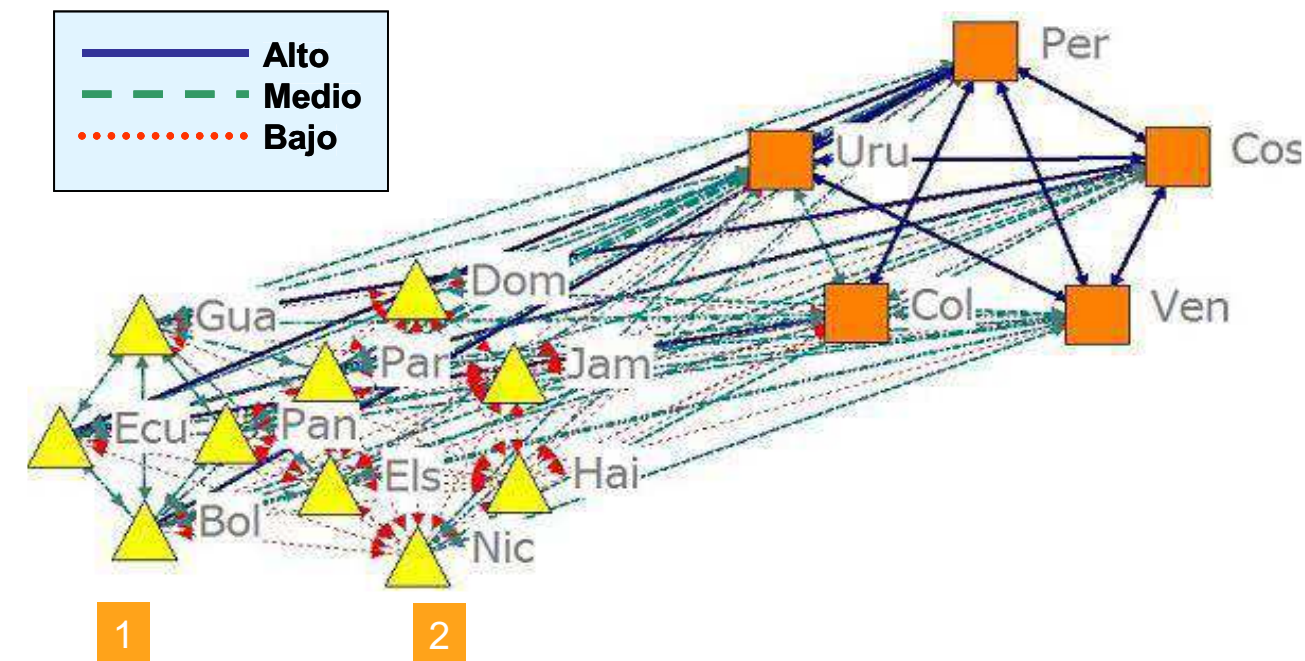
2.2.2 Entre países de intermedio y bajo desarrollo relativo

Del total de interrelaciones entre los países de nivel de desarrollo intermedio y los de bajo, el 10% son de grado alto y corresponden a las de Perú y sus países limítrofes (Ecuador y Bolivia), Costa Rica con Guatemala y Ecuador, y Colombia con Ecuador, todas con el subgrupo de grado más alto de interrelaciones entre los países de bajo desarrollo nuclear en la región.

Asimismo, las interrelaciones de grado medio representan el 60% del total entre estos grupos de países, y corresponden en todos los casos a las que existen entre los 5 países de nivel de desarrollo medio y los 4 países del subgrupo 1 entre los de desarrollo nuclear bajo.

Las interrelaciones de grado bajo son el 30% del total, y corresponden en todos los casos a las que se producen entre países de desarrollo intermedio y los seis países del subgrupo 2 de nivel de desarrollo bajo.

Gráfico 6



Elaboración GERENS

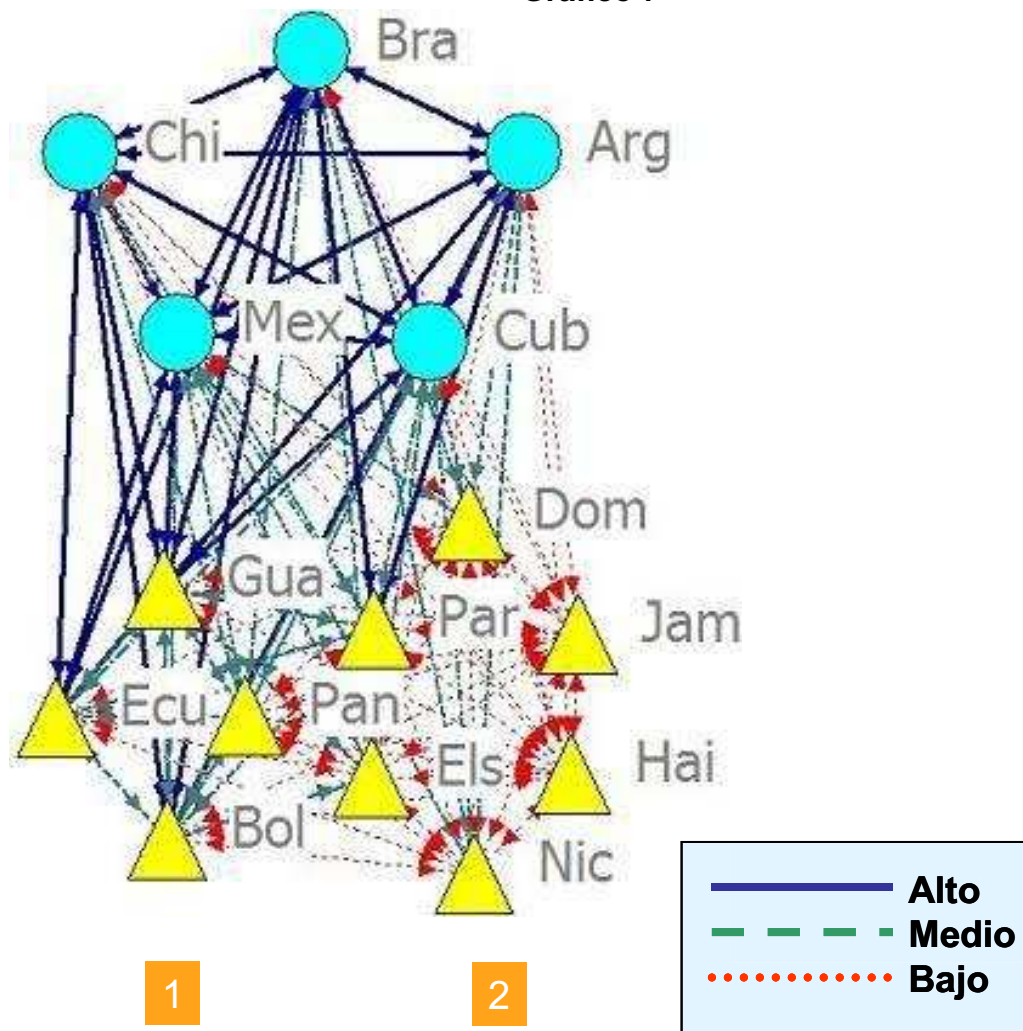
Gráfico 7

2.2.3 Entre países de alto y bajo desarrollo relativo

El 28% de las interrelaciones entre los países de nivel de desarrollo nuclear alto y los de nivel bajo son de grado alto, correspondiendo a las que se da con los 4 países del subgrupo 1 y Paraguay.

Asimismo, existen interrelaciones medias (44% del total) entre los países más desarrollados y todos los países de desarrollo bajo, a excepción de Jamaica y Haití, lo que es un reflejo de su situación como los países menos integrados en la red a la luz de su baja participación relativa en proyectos ARCAL durante el periodo. Esto se ratifica al observar el grado de sus interrelaciones en los últimos años (y no la vista panorámica de 24 años) o el número de proyectos por año de antigüedad en ARCAL, ocupando en ambos casos el último lugar (ver parte 5 del informe).

Las interrelaciones de grado bajo (28% del total) se dan entre los países de desarrollo alto y todos los países del subgrupo 2, que vendrían a ser los menos integrados en la red.



Elaboración GERENS

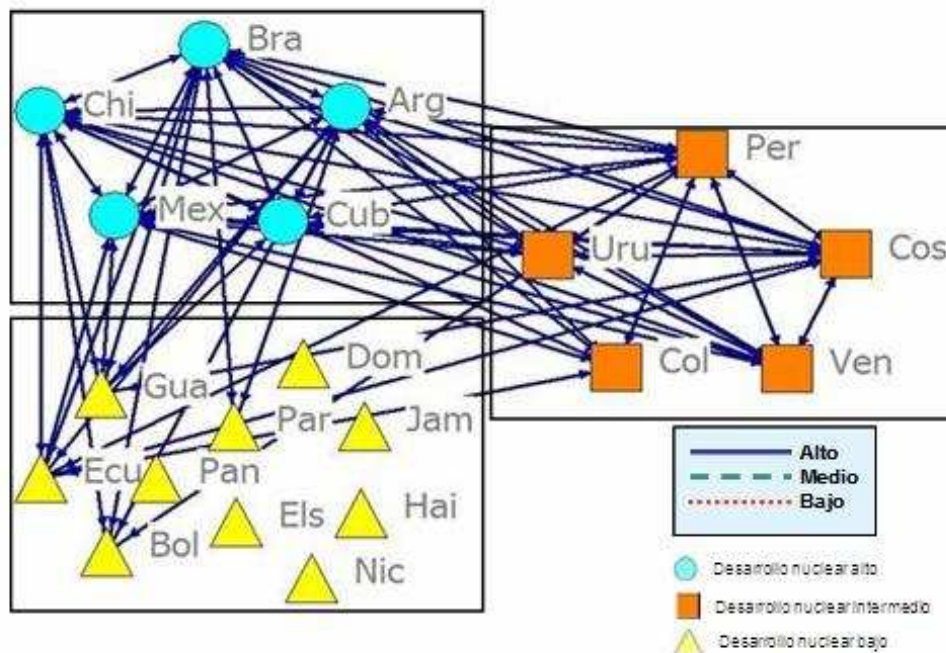
2.3 Red de interrelación alta en ARCAL

El conjunto de interrelaciones de grado alto configuran la red de países de mayor interacción en ARCAL en el periodo de 24 años que comprende el estudio. Este grupo integra a 14 de los 20 países: todos los países de nivel de desarrollo nuclear alto y medio, y los de nivel de desarrollo bajo a excepción de Jamaica, Haití, Nicaragua, El Salvador, República Dominicana y Panamá.

No es que los 6 países que no tienen un grado alto de interrelación no estén integrados a la red, pero en términos relativos lo están en un grado menor. Los países en la “red de interrelación alta” constituyen los nodos que han tenido mayores oportunidades de beneficiarse de la transferencia de tecnología, experiencias, e impactos producto de la cooperación regional, constituyendo la red más consolidada.

Es conveniente precisar, que no debe entenderse que con el objetivo de mejorar su interrelación en la red los países deben procurar involucrarse en la mayor cantidad de proyectos regionales. La participación en estos proyectos debe obedecer a las capacidades y prioridades del país en el sector nuclear, con miras a obtener los mayores beneficios de la colaboración y asimismo aportar a la red. Es necesario replantear la estrategia para la identificación y priorización de proyectos ARCAL para que considere las diferencias entre los países miembros.

Gráfico 8



Elaboración GERENS

3. Las interrelaciones en las redes formadas por cada país

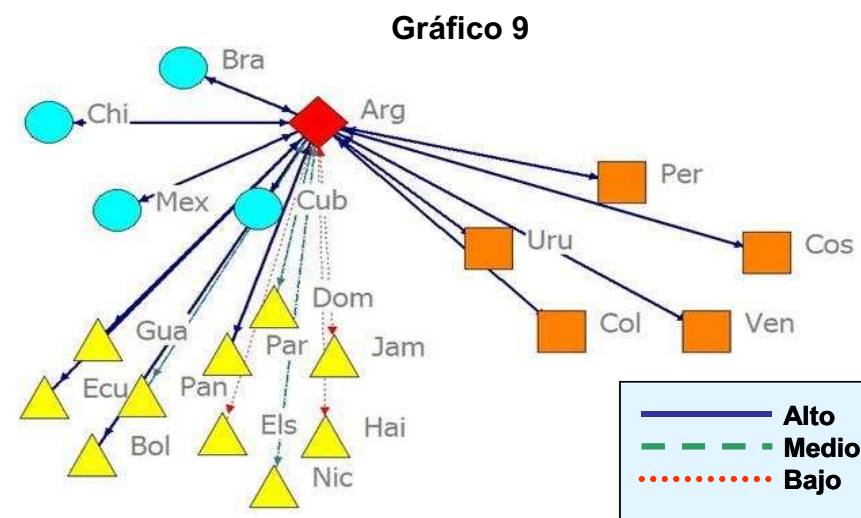
El análisis presentado en la sección anterior describe de forma global la configuración e interrelaciones en la red ARCAL. Con el objetivo de observar de manera específica las interrelaciones que mantiene cada nodo o país con el resto de la red, a continuación se presenta una descripción de las redes correspondientes a cada país, pudiendo diferenciar las interrelaciones con países de similar desarrollo relativo en el campo nuclear y otros de desarrollo diferente.

3.1 Países de desarrollo nuclear alto

3.1.1 Red Argentina

Argentina mantiene un grado alto de interrelación con el 68% de los países de la red ARCAL, todos los países del grupo de desarrollo nuclear alto e intermedio (9) y con 3 del primer subgrupo de países de desarrollo nuclear bajo (Guatemala, Ecuador y Bolivia). Con el segundo subgrupo de países de desarrollo nuclear bajo mantiene solo interrelación de grado alto con Paraguay.

Sus interrelaciones medias representan el 16% del total, con países como Bolivia, República Dominicana y el Salvador. De igual forma sus interrelaciones de grado bajo representan el 16% y se sólo con países de desarrollo nuclear bajo.

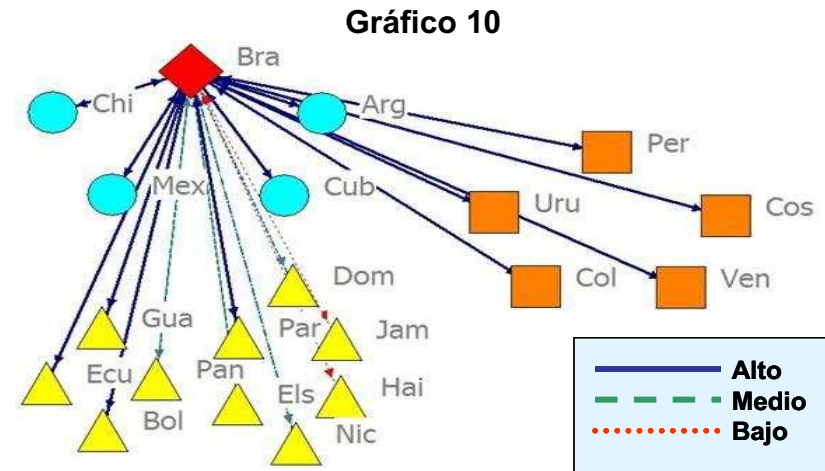


Elaboración GERENS

3.1.2 Red Brasil

Brasil mantiene un grado de interrelación alto con el 68% de los países de la red ARCAL, con los países del grupo de desarrollo nuclear alto e intermedio (9), y con el primer subgrupo de países de desarrollo nuclear bajo, con excepción de Bolivia. Al igual que Argentina; tiene interrelación fuerte con Paraguay dentro del segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo.

El 21% de sus interrelaciones son medias (Bolivia, República Dominicana, El Salvador y Guatemala). Sus interrelaciones de grado bajo representan el 11% y corresponden a las que tiene con Jamaica y Haití.

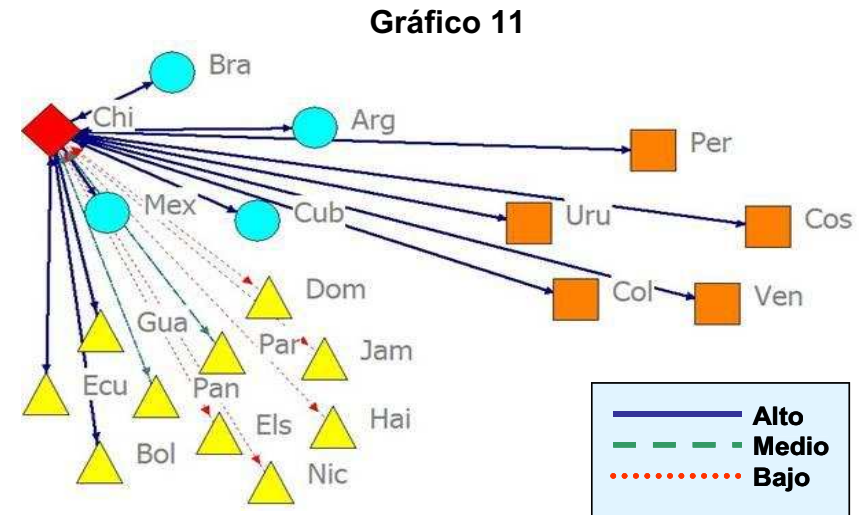


Elaboración GERENS

3.1.3 Red Chile

Chile mantiene interrelaciones de grado alto con el 63% de los países de la red ARCAL, principalmente con todos los países de desarrollo nuclear alto e intermedio y con tres países de desarrollo nuclear bajo (Ecuador, Bolivia y Guatemala).

Solo mantiene 2 interrelaciones de grado medio con Paraguay y Panamá (desarrollo nuclear bajo), lo que representa el 11% del total. El resto de las interrelaciones son de grado bajo (26% del total), las cuales se dan con países de desarrollo nuclear bajo.

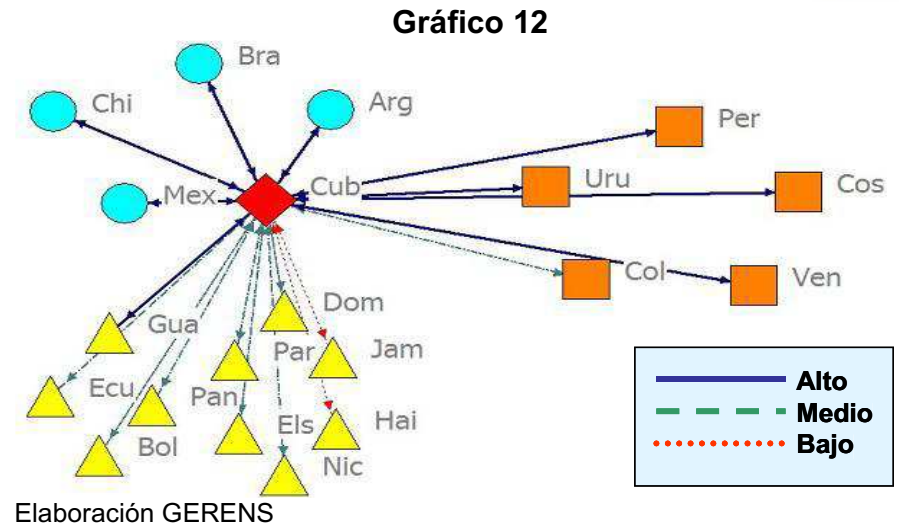


Elaboración GERENS

3.1.4 Red Cuba

Cuba mantiene un grado alto de interrelación con el 47% de países de la red ARCAL, todos los países de desarrollo nuclear alto e intermedio, a excepción de Colombia. También mantiene interrelaciones de grado alto con Guatemala (desarrollo nuclear bajo).

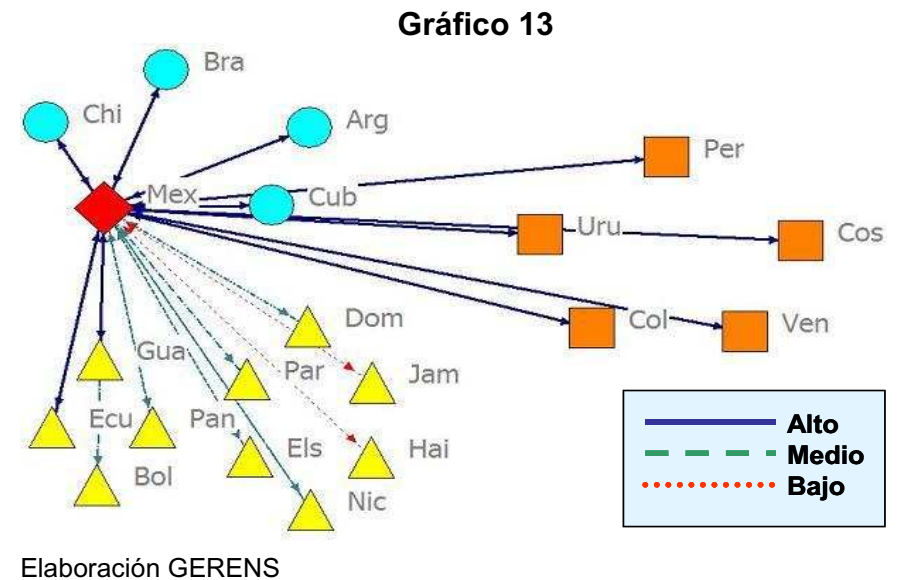
El 42% de sus interrelaciones son de grado medio (8 países), con Colombia (desarrollo nuclear medio), Ecuador, Bolivia y Panamá (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo) y con Paraguay, El Salvador, República Dominicana y Nicaragua (segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo). Sólo tiene 2 interrelaciones de grado bajo, con Jamaica y Haití (11% del total).



3.1.5 Red México

México tiene un grado alto de interrelación con el 58% de países de la red ARCAL (11), todos los países de desarrollo nuclear alto e intermedio, y con Guatemala y Ecuador (primer subgrupo de países de desarrollo nuclear bajo).

El 32% de sus interrelaciones son de grado medio, con Panamá y Bolivia (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo) y con República Dominicana, Paraguay, El Salvador y Nicaragua (segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo). Como es el caso de los otros países de este nivel de desarrollo, sólo tiene interrelaciones de grado bajo con Jamaica y Haití.



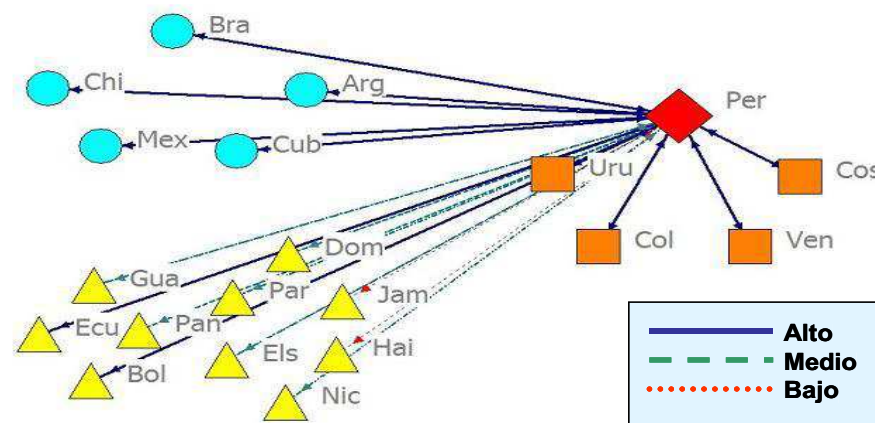
3.2 Países de desarrollo nuclear intermedio

3.2.1 Red Perú

Perú mantiene interrelaciones de grado alto con el 58% de países de la red ARCAL, todos los países de desarrollo nuclear alto e intermedio, además de Ecuador y Bolivia (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo).

El 32% de sus relaciones son de grado medio: con Guatemala, Panamá (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo), República Dominicana, Paraguay, El Salvador y Nicaragua (segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo). Sólo tiene interrelaciones de grado bajo con Jamaica y Haití.

Gráfico 14



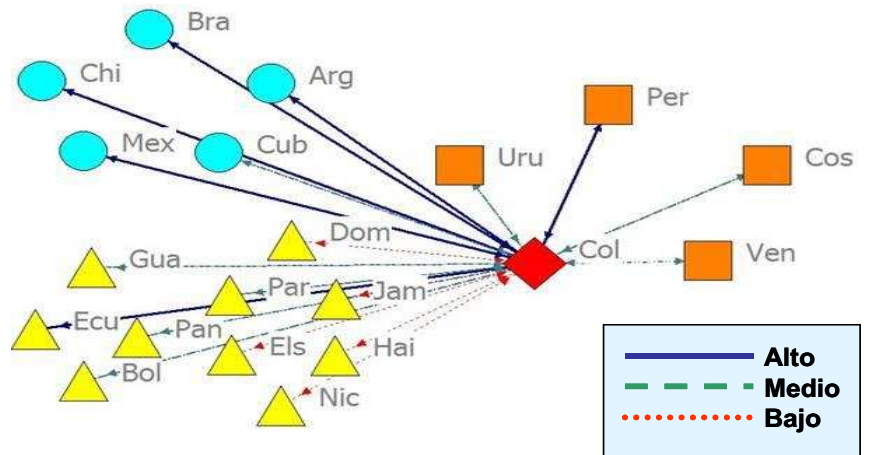
Elaboración GERENS

3.2.2 Red Colombia

Colombia es el país de nivel de desarrollo relativo medio que tiene menos interrelaciones de grado alto en la red (32% o 6 países), con los países de desarrollo nuclear alto a excepción de Cuba; con Perú en el grupo de desarrollo nuclear medio, y con Ecuador (desarrollo nuclear bajo).

Sus interrelaciones de grado medio representan el 42%: con Cuba (desarrollo nuclear alto), 3 países de desarrollo nuclear medio: Uruguay, Costa Rica y Venezuela, y 4 países de desarrollo nuclear bajo: Bolivia, Panamá, Guatemala y Paraguay. Tiene interrelaciones de grado bajo con 5 países (26% del total), todos de nivel de desarrollo nuclear bajo.

Gráfico 15



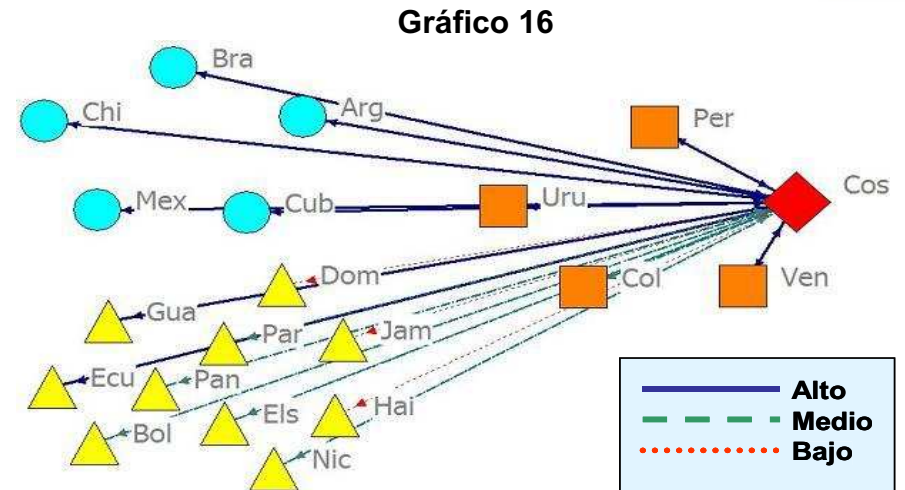
Elaboración GERENS

3.2.3 Red Costa Rica

Costa Rica tiene un grado alto de interrelación con el 53% de países de la red ARCAL (11 países), con todo el grupo de países de desarrollo nuclear alto; con 3 países de desarrollo nuclear intermedio (Perú, Venezuela y Uruguay) y con 2 países de desarrollo nuclear bajo (Guatemala y Ecuador).

El 31% de sus interrelaciones son de grado medio con países de desarrollo nuclear bajo: Bolivia, Panamá, El Salvador, Nicaragua, Paraguay, y Colombia (desarrollo nuclear intermedio).

Las interrelaciones de grado bajo son con países de desarrollo nuclear bajo: República Dominicana, Haití y Jamaica.



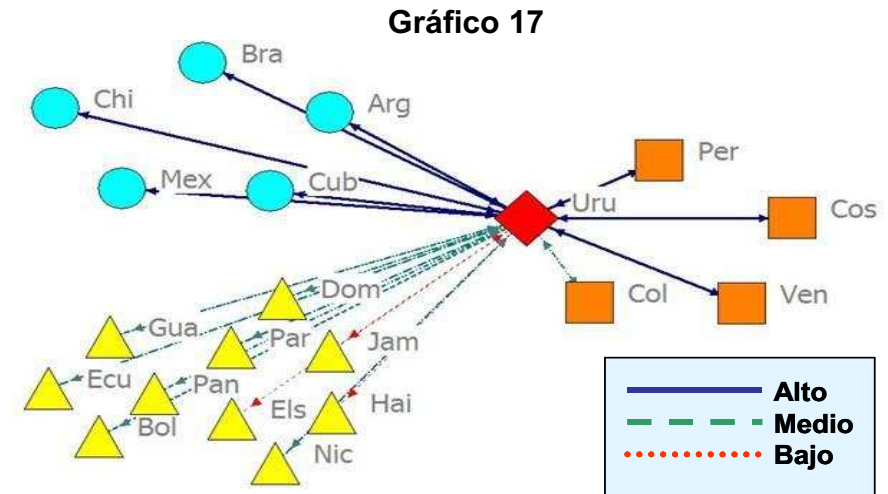
Elaboración GERENS

3.2.4 Red Uruguay

Uruguay tiene interrelaciones de grado alto con el 42% de países de la red ARCAL, principalmente con todos los países de desarrollo nuclear alto, y con los países de desarrollo nuclear intermedio a excepción de Colombia.

Sus interrelaciones medias comprenden a Colombia y todos los países del primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo además de República Dominicana, Paraguay y Nicaragua (segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo).

Las interrelaciones de grado bajo son con El Salvador, Jamaica, Haití.



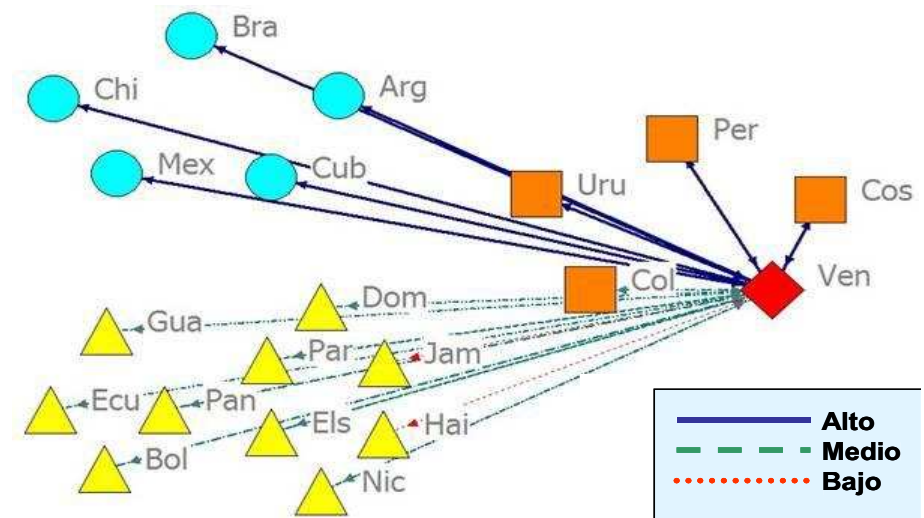
Elaboración GERENS

3.2.5 Red Venezuela

Venezuela tiene un grado alto de interrelación con el 42% de países de la red ARCAL (8): todos los países de alto desarrollo nuclear y con los países de desarrollo nuclear intermedio a excepción de Colombia.

El 47% de sus interrelaciones medias son con: Colombia, todos los países del primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo y con República Dominicana, Paraguay, El Salvador y Nicaragua (países del segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo). Como en otros casos, sus interrelaciones de grado bajo son con Jamaica y Haití.

Gráfico 18



Elaboración GERENS

3.3 Países de desarrollo nuclear bajo

3.3.1 Red Bolivia

Bolivia tiene interrelaciones de grado alto con el 21% de países de la red ARCAL: Argentina, Brasil, Chile (desarrollo nuclear alto) y con Perú (desarrollo nuclear intermedio).

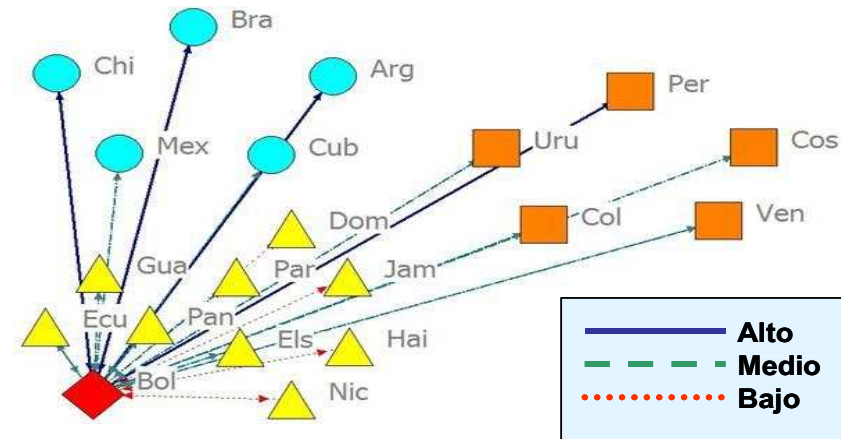
El 58% de sus interrelaciones son de grado medio: México y Cuba (desarrollo nuclear alto), Uruguay, Costa Rica, Colombia y Venezuela (desarrollo nuclear intermedio) y con 5 países de desarrollo nuclear bajo (Ecuador, Guatemala, Panamá, El Salvador y Paraguay). Tiene un gado bajo de interrelación con 4 países (21%) que pertenecen al segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo (República Dominicana, Nicaragua, Jamaica y Haití).

3.3.2 Red Ecuador

Ecuador tiene un grado alto de interrelación con el 37% de los países de la red ARCAL: los países de desarrollo nuclear alto a excepción de Cuba, Perú, Costa Rica y Colombia (desarrollo nuclear intermedio).

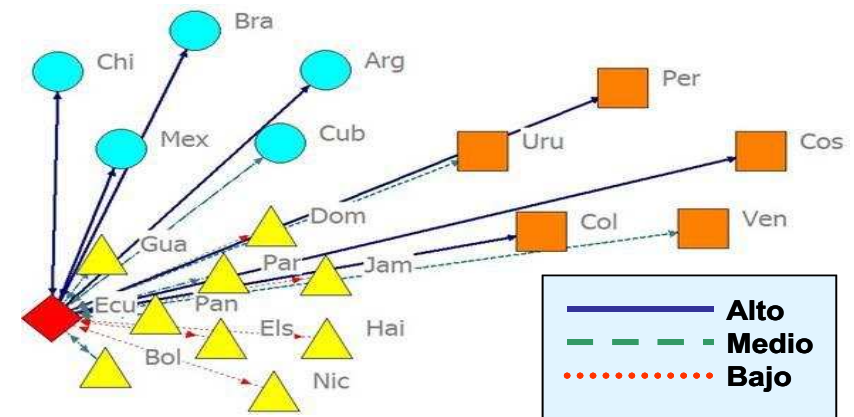
Tiene interrelaciones de grado medio con Cuba, Uruguay y Venezuela (desarrollo nuclear intermedio), y Bolivia, Panamá, Guatemala y Paraguay (desarrollo nuclear bajo). Tiene un grado bajo de interrelación con los 5 países restantes (26%) que forman parte del subgrupo de desarrollo nuclear bajo menos integrado en la red.

Gráfico 19



Elaboración GERENS

Gráfico 20

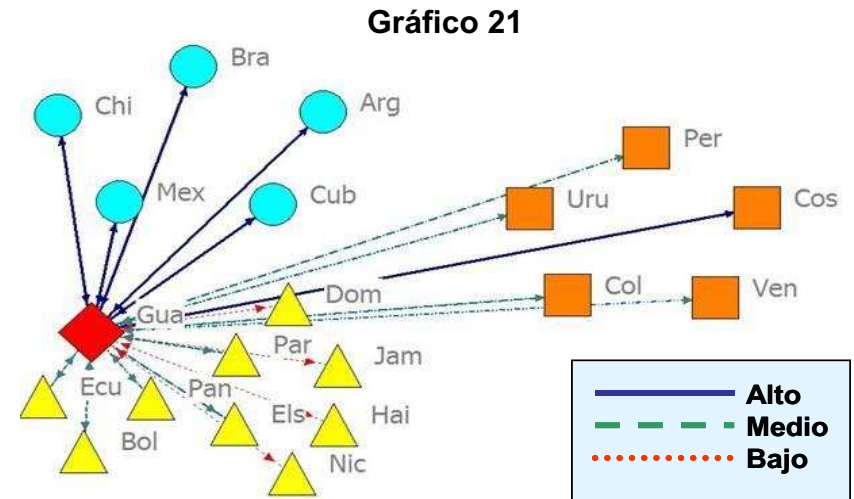


Elaboración GERENS

3.3.3 Red Guatemala

Guatemala tiene relaciones de grado alto con los países de desarrollo nuclear alto y con Costa Rica de desarrollo nuclear intermedio. El 47% de sus interrelaciones son de grado medio: con Perú, Uruguay, Colombia y Venezuela (desarrollo nuclear intermedio), y todos los países del primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo además de Paraguay y Panamá (segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo).

Las interrelaciones de grado bajo son con países del segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo: Dominicana, Jamaica, Haití y Nicaragua.

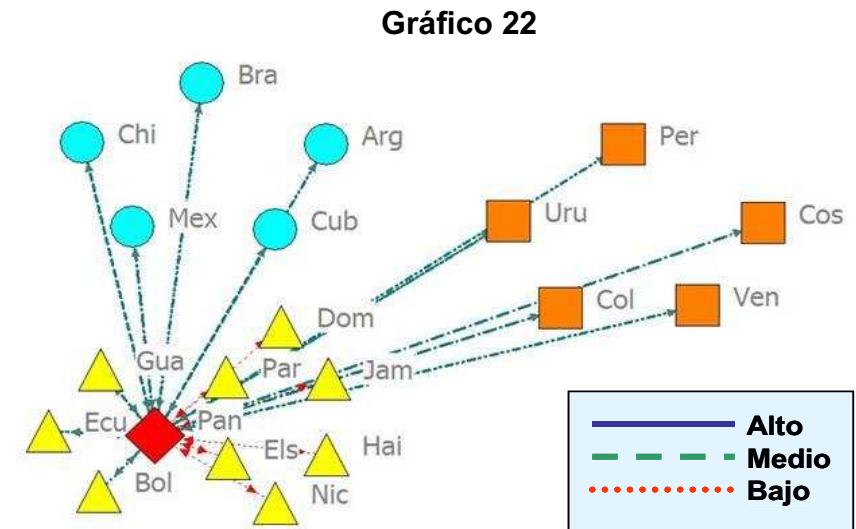


Elaboración GERENS

3.3.4 Red Panamá

Panamá no tiene interrelaciones de grado alto con los otros países en la red ARCAL. El 68% de sus interrelaciones son de grado medio (13 países): todos los países de desarrollo nuclear alto, medio y con los que conforman el primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo.

Sus interrelaciones de grado bajo son con los seis países (32%) que componen el segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo.

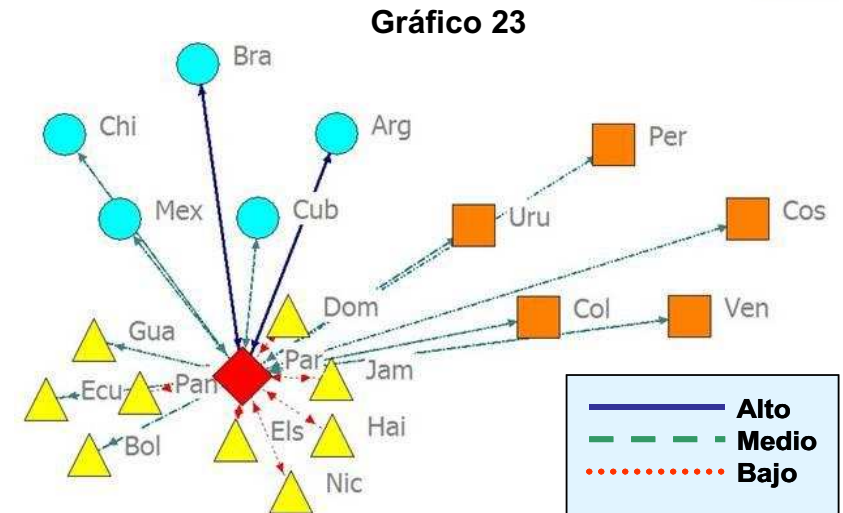


Elaboración GERENS

3.3.5 Red Paraguay

Paraguay sólo tiene un grado alto de interrelación con 2 países de la red ARCAL: Brasil y Argentina. El 58% son interrelaciones de grado medio: Chile, México y Cuba (desarrollo alto), todos los países de desarrollo nuclear intermedio, y con Guatemala, Ecuador y Bolivia (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo).

El 32% de sus interrelaciones son de grado bajo (6 países): Panamá y todos los países del segundo subgrupo de desarrollo nuclear bajo.



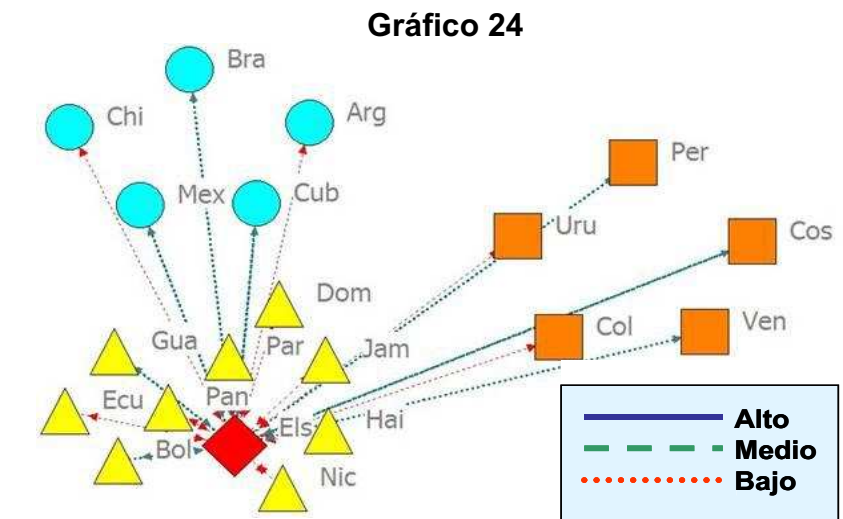
Elaboración GERENS

3.3.6 Red El Salvador

El salvador no tiene interrelaciones de grado alto con el resto de países de la red ARCAL.

El 42% de sus interrelaciones son de de grado medio: Brasil, México y Cuba (desarrollo nuclear alto), Perú, Costa Rica y Venezuela (desarrollo nuclear intermedio) y con Guatemala y Bolivia (primer subgrupo de desarrollo nuclear bajo).

En contraste, la mayor parte de sus interrelaciones son de grado bajo y representan el 58% del total: con Chile y Argentina (desarrollo nuclear alto), Uruguay y Colombia (desarrollo nuclear intermedio) y con el resto de países de desarrollo nuclear bajo.



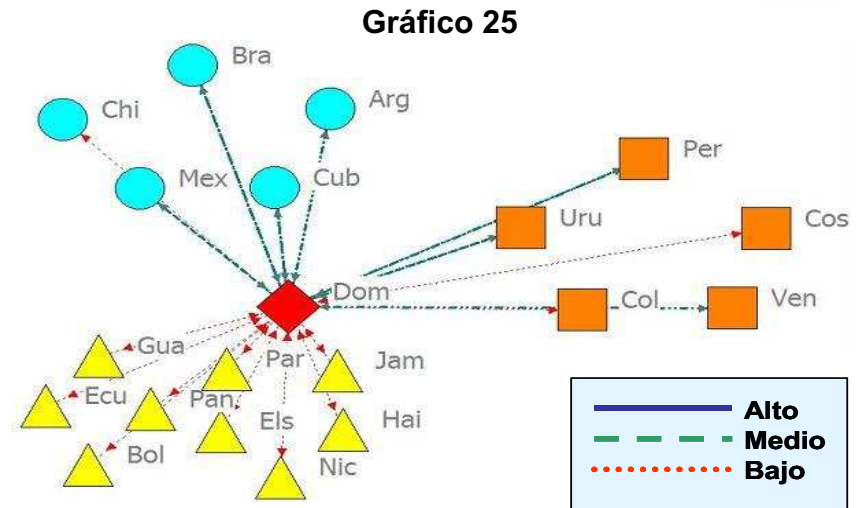
Elaboración GERENS

3.3.7 Red República Dominicana

República Dominicana no tiene un alto grado de interrelación con el resto de países de la red ARCAL.

El 37% de sus interrelaciones son medias: los países de desarrollo nuclear alto a excepción de Chile, así como con Perú, Uruguay y Venezuela (desarrollo nuclear intermedio).

La mayor parte de sus interrelaciones son de grado bajo (67% del total): con Costa Rica y Colombia (desarrollo nuclear intermedio), y con todos los países de desarrollo nuclear bajo.



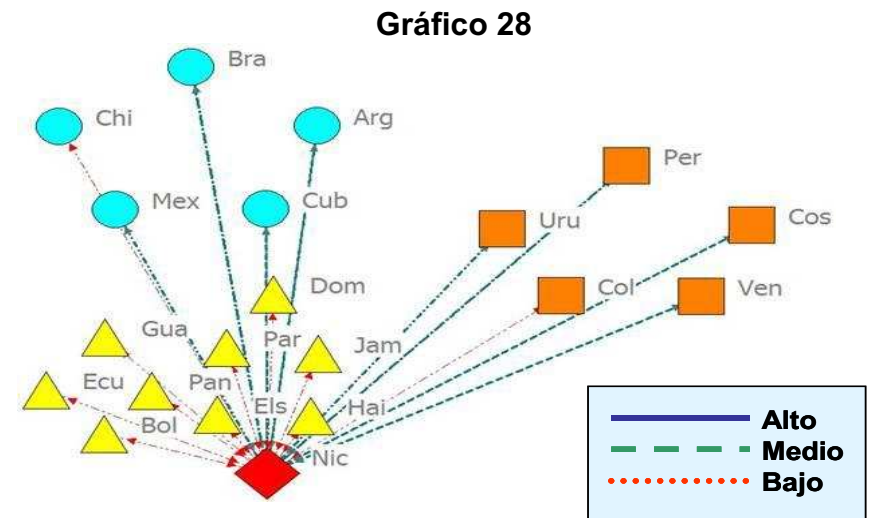
Elaboración GERENS

3.3.8 Red Nicaragua

Nicaragua no tiene interrelaciones de grado alto con el resto de países de la red ARCAL.

El 42% de sus interrelaciones son de grado medio: con los países de desarrollo nuclear alto a excepción de Chile, y con los países de desarrollo nuclear intermedio a excepción de Colombia.

La mayor parte de sus interrelaciones son de grado bajo: con Chile, Colombia y todos los países de bajo desarrollo nuclear relativo.

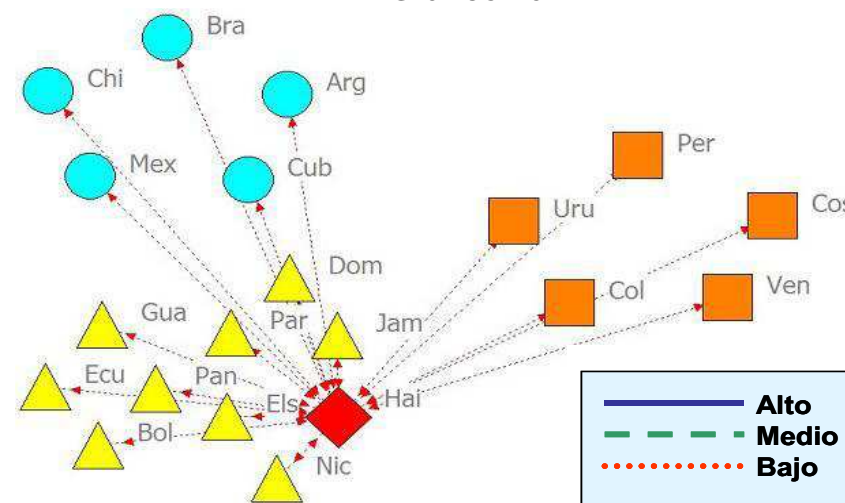


Elaboración GERENS

3.3.9 Red Haití

Haití no tiene interrelaciones de grado alto ni medio con el resto de países de la red ARCAL. Todas sus relaciones son de grado bajo, que como se menciono en la sección anterior, es un reflejo de su menor participación relativa en proyectos regionales en el marco del Acuerdo.

Gráfico 26

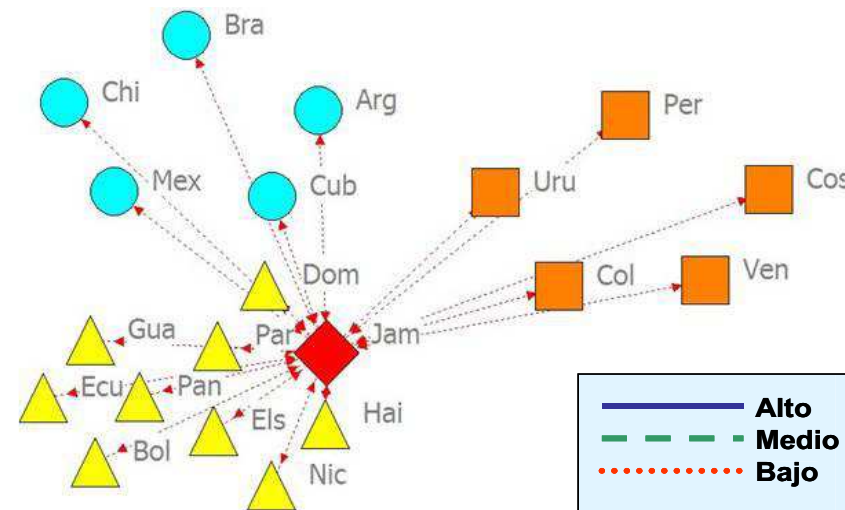


Elaboración GERENS

3.3.10 Red Jamaica

Jamaica ha participado en proyectos ARCAL pero no es firmante del Acuerdo. De manera semejante al caso de Haití, no tiene interrelaciones de grado alto ni medio con el resto de países de la red, todas sus interrelaciones son de grado bajo.

Gráfico 27



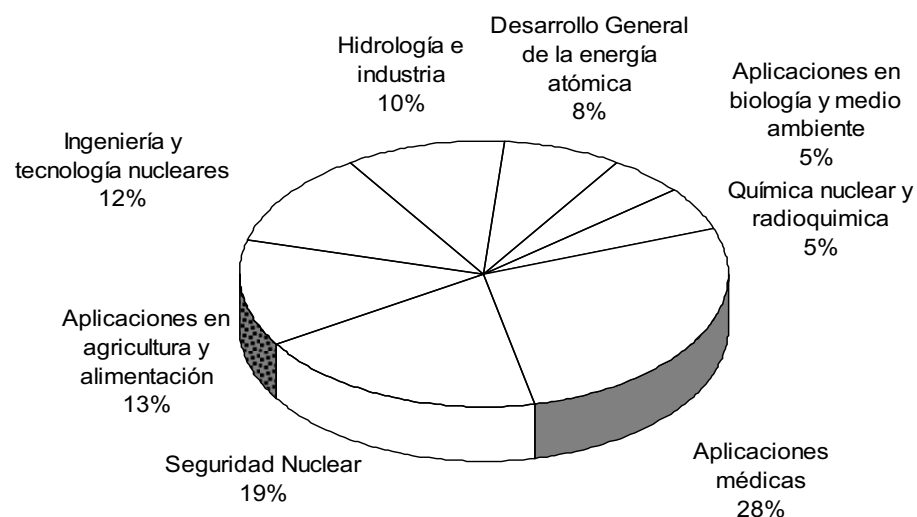
Elaboración GERENS

4. Las principales redes sectoriales

En las secciones anteriores se han caracterizado las interrelaciones de la red ARCAL considerando los proyectos desarrollados en los 24 años que comprende el estudio. Sin embargo, la configuración de la red podría cambiar en la medida que se analicen los proyectos que corresponden a un sector determinado, y asociados a estos, las interrelaciones que se establecerían entre los países.

Se han considerado 3 sectores que agrupan la mayor cantidad de proyectos en el periodo: (1) Aplicaciones médicas, con 21 proyectos, (2) Seguridad nuclear, con 15 proyectos y (3) Aplicaciones en agricultura y alimentación, con 10 proyectos. Los 3 sectores representan el 60% de los proyectos ARCAL ejecutados entre 1983 y 2006, tal como se muestra en el gráfico a continuación.

Gráfico 28. Distribución de proyectos ARCAL por sector en el periodo 1983-2002



Código temático	Sector	Total	%	% acumulado
6	Aplicaciones médicas	21	28%	28%
9	Seguridad Nuclear	15	19%	47%
5	Aplicaciones en agricultura y alimentación	10	13%	60%
4	Ingeniería y tecnología nucleares	9	12%	72%
8	Hidrología e industria	8	10%	82%
0	Desarrollo General de la energía atómica	6	8%	90%
7	Aplicaciones en biología y medio ambiente	4	5%	95%
2	Química nuclear y radioquímica	4	5%	100%
	Total	77	100%	

Fuente: OIEA. Elaboración GERENS

A continuación se presentan los resultados obtenidos al mapear las interrelaciones de la red de cada sector. La estimación del grado relativo de interrelación se llevó a cabo aplicando la misma metodología que para el mapeo de la red total.

4.1 Sector de aplicaciones médicas

Durante el periodo 1983-2006 se realizaron 21 proyectos en el sector de Aplicaciones médicas, lo cual representa el 28% del total de proyectos ARCAL en dicho periodo. El número de proyectos conjuntos más alto entre dos países es de 18, que corresponde al caso de Brasil y Bolivia, siendo el número de proyectos promedio entre dos países igual a 9. Hay que indicar que en este sector el universo de países es en realidad 19, dado que Jamaica no ha participado en proyectos ARCAL de este tipo.

Aplicando la misma metodología que en el mapeo de la red total, se obtiene que el tercio superior comprende pares de países que han participado entre 13 y 18 proyectos conjuntos, correspondiendo a un alto grado de interrelación en términos relativos, el segundo tercio comprende países con un intervalo de 9 a 12 proyectos conjuntos, relación de grado medio, y el tercio inferior corresponde a países que han participado entre 2 y 8 proyectos conjuntos, interrelación de grado bajo.

De esta manera se tienen 171 interrelaciones entre parejas de países, existiendo 69 interrelaciones de grado bajo, 61 interrelaciones de grado medio y 41 interrelaciones de grado alto. En el anexo 2 se presenta el número de proyectos conjuntos entre parejas de países y en el anexo 3 la distribución de frecuencias.

De manera similar con la red total, al interior del grupo de países de alto desarrollo nuclear relativo todas las interrelaciones son de grado alto, mientras que en el grupo de países de desarrollo nuclear intermedio la situación es distinta, existen sólo dos interrelaciones de grado alto: Perú-Uruguay, y Perú-Costa Rica (a diferencia de la red total donde las interrelaciones entre los países, a excepción de Colombia eran fuertes), todas las demás interrelaciones son de grado medio a excepción de Colombia y Venezuela que tiene un bajo grado de interrelación.

En el grupo de países de bajo desarrollo nuclear relativo, las interrelaciones son predominantemente de grado bajo (78%), sin embargo a diferencia de la red total, existen 3 interrelaciones de grado alto, producto de la interacción de Bolivia con Ecuador, Guatemala y Panamá. Asimismo, existen 5 interrelaciones medias, Bolivia con Paraguay y El Salvador, Ecuador con Guatemala y Panamá, y Guatemala con Panamá.

Las interrelaciones entre los países de alto desarrollo y los de desarrollo medio son principalmente de grado alto (52% del total), predominando las de Perú y Costa Rica que se tiene un alto grado de interrelación con todos los países más desarrollados. Las interrelaciones medias representan el 48% del total, no existiendo interrelaciones de grado bajo entre estos dos grupos de países.

Del mismo modo, las interrelaciones entre países de alto desarrollo relativo y los de bajo desarrollo son principalmente de grado bajo (44% del total) Sin embargo se tiene 9 interrelaciones de grado alto, resaltando las de Bolivia con todos los países más desarrollados, así como Guatemala y Panamá con Brasil y Cuba.

Las interrelaciones entre los países de desarrollo intermedio y los de bajo desarrollo nuclear son mayoritariamente de grado medio y bajo (45% en cada caso), pero existen también grados altos de interrelación, principalmente de Bolivia con Perú, Costa Rica y Uruguay, así como Guatemala y Panamá con Costa Rica.

A diferencia de la configuración de la red total, en la red de Aplicaciones médicas países de bajo desarrollo nuclear relativo, Bolivia y en menor medida Guatemala y Panamá están integrados con interrelaciones de grado alto con el resto de la red, mostrando que el nivel de desarrollo relativo de un país puede ser distinto en diferentes sectores temáticos, y por lo tanto la necesidad, para fortalecer la participación efectiva y mayor desarrollo de los países, el que los mecanismos para la identificación y formulación de proyectos ARCAL consideren estas diferencias.

En el cuadro a continuación se presenta una matriz donde se puede apreciar el grado relativo de las interrelaciones entre los países que conforman la red ARCAL.

Cuadro 3. Grado de interrelación entre países para el sector de aplicaciones médicas por intervalo de proyectos en común

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo										
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic	
Alto desarrollo	Arg		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Bra			Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Chi				Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Cub					Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Bajo	Medio	Bajo	-	Bajo	
	Mex						Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	-	Bajo	
Intermedio desarrollo	Per							Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Col								Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Cos									Medio	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	-	Bajo	
	Uru										Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Ven											Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
Bajo desarrollo	Bol												Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Ecu													Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Gua														Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Pan															Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Par																Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Els																	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Dom																		Bajo	-	Bajo	
	Hai																			-	Bajo	
	Jam																					-
	Nic																					

	Bajo	Medio	Alto	Sin proyectos en común
Intervalo de proyectos en común entre parejas de países	2-8	9-12	13-18	0
Total de parejas de países	69	61	41	19 ⁴

Elaboración GERENS

⁴ Jamaica no participó en proyectos ARCAL en este sector.

4.2 Sector de seguridad nuclear

Durante el periodo 1983-2006 se realizaron 15 proyectos en el sector de Seguridad nuclear, los cuales representan el 19% del total de proyectos ARCAL en dicho periodo. Los pares de países con mayor número de proyectos conjuntos en este sector son Chile con Argentina y Brasil, habiendo participado en 13 proyectos conjuntos en cada caso. Cabe señalar que Haití y Jamaica no han participado en proyectos ARCAL de este tipo.

El tercio superior, que corresponde a las interrelaciones de grado alto, comprende a los pares de países que han participado entre 4 y 13 proyectos conjuntos, el segundo tercio que representa las interrelaciones de grado medio comprende un intervalo de 2 a 3 proyectos conjuntos, y el tercio inferior se refiere a los países con 1 solo proyecto conjunto en el periodo, los cuales tendrían un grado de interrelación bajo en términos relativos. Como resultado, de las 139 interrelaciones entre parejas de países, 36 corresponden a interrelaciones de grado bajo, 49 a interrelaciones medias y 54 a interrelaciones de grado alto. En el anexo 4 se muestra el cuadro con el número de proyectos en común entre parejas de países y en el anexo 5 la distribución de frecuencias y el histograma.

De manera similar con la red total, al interior del grupo de países de alto desarrollo nuclear relativo y los de desarrollo intermedio todas las interrelaciones son de grado alto, con la excepción de tres casos: Perú con Costa Rica, y Venezuela con Costa Rica y Cuba, que tienen un grado de interrelación medio. En el grupo de países de bajo desarrollo nuclear relativo, predominan las interrelaciones de grado medio (50%) y bajo (35%), sin embargo, existen 3 interrelaciones de grado alto, producto de la interacción de Bolivia con Guatemala y Paraguay, así como Paraguay y Guatemala.

Las interrelaciones entre los países de alto desarrollo y los de desarrollo medio son de grado alto con la excepción de Costa Rica y Cuba que tienen una interrelación media. Asimismo, las interrelaciones entre los países más desarrollados y los de bajo desarrollo nuclear son principalmente de grado medio (46%) y bajo (35%), sin embargo, así como Bolivia tiene un grado de interrelación alto con los países más avanzados en el sector de Aplicaciones Médicas, en este sector es Ecuador quien se interrelaciona de esta manera con todos los países a excepción de Cuba. Brasil también tiene un alto grado de interrelación con Bolivia, Ecuador, Guatemala y Paraguay. Del mismo modo, las interrelaciones entre países de desarrollo intermedio y los de bajo desarrollo relativo son en su mayoría de grado medio (53%) y bajo (38% del total). Sin embargo, Ecuador tiene un alto grado de interrelación con tres países, Colombia, Costa Rica y Uruguay.

En la red de Seguridad Nuclear, nuevamente encontramos a un país de bajo desarrollo relativo que tiene alto grado de interrelación con otros países, Ecuador, y en menor medida también Paraguay y Guatemala. En el cuadro a continuación se presenta una matriz donde se puede apreciar la fortaleza relativa de las interrelaciones entre los países que conforman la red de Seguridad Nuclear en el marco de ARCAL.

Cuadro 4. Grado de interrelación entre países para el sector de seguridad nuclear por intervalo de proyectos en común

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo									
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic
Alto desarrollo	Arg		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	-	Bajo	
	Bra			Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	-	-	Bajo	
	Chi				Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	-	Bajo	
	Cub					Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	-	-	Bajo	
	Mex						Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	-	Bajo
Intermedio desarrollo	Per							Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	-	-	Bajo	
	Col								Alto	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	Bajo	
	Cos									Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	Bajo	
	Uru										Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	
	Ven											Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	-	Bajo	
Bajo desarrollo	Bol											Medio	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	-	-	-	
	Ecu												Medio	Bajo	Medio	-	Bajo	-	-	-	
	Gua													Medio	Alto	Bajo	Medio	-	-	-	
	Pan														Medio	Bajo	Medio	-	-	-	
	Par															Bajo	Medio	-	-	-	
	Els																Bajo	-	-	-	
	Dom																	-	-	-	
	Hai																		-	-	
	Jam																				-
	Nic																				

	Bajo	Medio	Alto	Sin proyectos en común
Intervalo de proyectos en común entre parejas de países	1	2-3	4-13	0
Total de parejas de países	36	49	54	51 ⁵

Elaboración GERENS

⁵ Haití y Jamaica no participaron en proyectos ARCAL en este sector. El Salvador y Nicaragua no presentaron proyectos en común con algunos países de la red.

4.3 Sector de aplicaciones en agricultura y alimentación

Este sector se compone de 10 proyectos, que representan el 13% del total de proyectos ARCAL en el periodo analizado. El mayor número de proyectos conjuntos en los que participaron dos países es de 10, correspondiendo a los casos de Argentina-Brasil, Argentina-Chile y Brasil-Chile. El número promedio de proyectos entre dos países es 3. En este sector Jamaica no ha participado en proyectos en los 24 años.

En este caso, el tercio superior, interrelaciones de grado alto, corresponde al intervalo de 6 a 10 proyectos conjuntos, el segundo tercio de interrelaciones de grado medio va de 2 a 5 proyectos, y el tercio inferior de interrelaciones de grado bajo equivale a 1 solo proyecto conjunto entre dos países. Como resultado se tienen 70 interrelaciones de grado bajo, 62 interrelaciones medias y 24 interrelaciones de grado alto. En el anexo 6 se muestra el cuadro con el número de proyectos conjuntos entre países y en el anexo 7 la distribución de frecuencias y el histograma.

A diferencia de los otros sectores, no todas las interrelaciones entre países de mayor desarrollo nuclear son de grado alto, dado que Cuba y México tiene una interrelación de grado medio. Entre los países de desarrollo intermedio no existe alto grado de interrelación, predominando las de grado medio (70%). En cambio, al interior del grupo de países de desarrollo nuclear bajo, existen dos interrelaciones de grado alto, entre Paraguay con Guatemala y Ecuador. Las demás interrelaciones son principalmente de grado bajo (78%).

Cabe destacar que la relación entre los países de alto desarrollo y los de intermedio son mayoritariamente de grado medio, destacando Perú que tiene alto grado de interrelación con Argentina, Brasil y Chile. De otro lado, las interrelaciones entre países de alto y bajo desarrollo relativo son de grado bajo (56%) y de medio (24%), existiendo también interrelaciones de grado alto entre Ecuador, Guatemala y Paraguay con Brasil, Argentina y Chile en todos los casos. No existe alto grado de interrelación entre países de desarrollo intermedio y bajo, siendo en su mayoría las mismas de grado bajo (54%).

En este sector, y a diferencia de los otros dos, son tres países de nivel de desarrollo relativo bajo los que tienen alto grado de interrelación con países de alto desarrollo, lo que podría ser un reflejo de la cooperación de carácter vertical que se ha tenido en estos años. En el cuadro a continuación se presenta una matriz donde se puede apreciar la fortaleza relativa de las interrelaciones entre los países que conforman la red de Aplicaciones en agricultura y alimentación en el marco de ARCAL.

Cuadro 5. Grado de interrelación entre países para el sector de aplicaciones en agricultura por intervalo de proyectos en común

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo									
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic
Alto desarrollo	Arg		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Bra			Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Chi				Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Cub					Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Mex						Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
Intermedio desarrollo	Per							Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	-	-	-	-	Bajo
	Col								Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	-	-	-	-	Bajo
	Cos									Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Uru										Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Ven											Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
Bajo desarrollo	Bol												Medio	Medio	Bajo	Medio	-	-	-	-	Bajo
	Ecu													Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Gua														Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Pan															Bajo	-	-	-	-	Bajo
	Par																Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo
	Els																	Bajo	Bajo	-	-
	Dom																		Bajo	-	-
	Hai																			-	-
	Jam																				-
	Nic																				

	Bajo	Medio	Alto	Sin proyectos en común
Intervalo de proyectos en común entre parejas de países	1	2-5	6-10	0
Total de parejas de países	70	62	24	34 ⁶

Elaboración GERENS

⁶ Jamaica no participó en proyectos ARCAL para este sector. Nicaragua, El Salvador, Republica Dominicana y Haití no presentaron proyectos en común con algunos países de la red.

5. Variable tiempo: interrelaciones en la red ARCAL en el largo y en el mediano plazo

Una de las preguntas que se plantearon al realizar el presente análisis fue en qué medida influye el número de años que el país viene participando en ARCAL. Es natural pensar que países con una mayor antigüedad en ARCAL tenderán a desarrollar mayor “networking” y por tanto el grado de su relacionamiento dependerá del número de años que tiene el país participando en proyectos ARCAL. Este efecto, que existe y se ha determinado en el mapeo, es bajo debido a que, como se puede apreciar en el Cuadro 7, la gran mayoría de países miembros de ARCAL vienen participando en proyectos por 19 o más años. Sólo hay 4 países con una significativa participación de tiempo menor: República Dominicana (16 años), El Salvador (12 años), Haití (7 años) y Jamaica (3 años, aun cuando es país no firmante).

Con este propósito, se ha comparado la naturaleza de la Red ARCAL bajo dos horizontes de tiempo: (1) El periodo de 24 años previamente mostrado; y (2) el periodo de cinco años comprendidos entre 2002 y 2006. Esto permitirá comparar la configuración de la red y determinar si existen diferencias sustanciales entre ambos horizontes de tiempo. Asimismo, se ha calculado un índice de actividad relativa en la red, a fin de incorporar la variable de número de años de participación de un país en proyectos ARCAL, de manera que se pueda observar si las interrelaciones de grado alto, medio o bajo están asociadas a la mayor o menor cantidad de años que país viene interactuando en la red.

Los resultados de estos elementos de análisis se presentan en las secciones siguientes.

5.1 Red ARCAL del 2002-2006

Durante el periodo 2002-2006 se llevaron a cabo 49 proyectos que representan el 64% del total entre los años 1983 y 2006. El mayor número de proyectos realizados entre parejas de países es de 41 (Brasil y Cuba), siendo la cantidad promedio de proyectos entre parejas de países igual a 18. Es conveniente mencionar que a diferencia del análisis de 24 años, aquí se presentan pares de países que no han participado en proyectos conjuntos, este es el caso de Jamaica con Costa Rica y Guatemala.

Aplicando la misma metodología que para la red total, se obtiene que el tercio superior que agrupa a los países con interrelaciones de grado alto va desde 21 a 41 proyectos, el segundo tercio de interrelaciones de grado medio comprende el intervalo de 15 a 20 proyectos y el tercio inferior de interrelaciones de grado bajo va desde 1 a 14 proyectos conjuntos. En los cinco años se tiene 62 pares de países con bajo grado de interrelación, 63 con interrelaciones medias y 63 interrelaciones de grado alto. En el anexo 8 se muestra el cuadro de número de proyectos en común entre parejas de países y en el anexo 9 la distribución de frecuencias y el histograma.

En el cuadro a continuación se puede apreciar la configuración de la red y las interrelaciones entre los países para el periodo 2002-2006

Cuadro 6. Grado de interrelación entre países de la red ARCAL para el periodo 2002-2006

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo										
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic	
Alto desarrollo	Arg		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Bra			Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Chi				Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Cub					Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Mex						Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Intermedio desarrollo	Per							Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Col								Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Cos									Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	-	Medio	
	Uru										Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Ven											Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
Bajo desarrollo	Bol												Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	
	Ecu													Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Gua														Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	-	Bajo	
	Pan															Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Par																Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Els																	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Dom																		Bajo	Bajo	Bajo	
	Hai																			Bajo	Bajo	
	Jam																					Bajo
	Nic																					

	Bajo	Medio	Alto	Sin proyectos en común
Intervalo de proyectos en común entre parejas de países	1-14	15-20	21-41	0
Total de parejas de países	62	63	63	2 ⁷

Elaboración GERENS

⁷ Jamaica-Guatemala y Jamaica-Costa Rica no ejecutaron proyectos en común en el periodo 2002-2006.

Al igual que en el mapeo de los 24 años, los países de alto desarrollo nuclear relativo tienen interrelaciones de grado alto entre sí, al igual que los países de desarrollo nuclear intermedio, siendo nuevamente Colombia el que tiene un grado de interrelación medio con Costa Rica y Venezuela. A diferencia de la red total, en este mapeo la interrelación entre Colombia y Uruguay es de grado alto.

Dentro del grupo de países de bajo desarrollo nuclear, se vuelve a observar la configuración de un subgrupo, conformado por Bolivia, Ecuador, Guatemala y Panamá que tienen interrelaciones medias entre sí, mientras que el segundo subgrupo conformado por los restantes 6 países el 87% de las interrelaciones son de grado bajo y solo el 13% son medias, resaltando Bolivia que mantiene interrelaciones de grado medio con todos los países de este nivel a excepción de Jamaica y Haití, que al igual que en la red mapeada con base a 24 años, son los países con menor grado de interrelación con toda la red.

Asimismo, las interrelaciones entre países de alto e intermedio desarrollo nuclear relativo son de grado alto, con la excepción de Colombia y Argentina que tienen un grado de interrelación medio (en el mapeo de 24 años Colombia también es el único país que mantiene una interrelación de grado medio entre estos grupos, pero en ese caso es con Cuba).

Las interrelaciones entre países de alto y bajo desarrollo relativo son principalmente de grado medio (48%), pero de manera similar que en la red 24 años, existen interrelaciones de grado alto por parte de Bolivia y Ecuador con todos de países más desarrollados (esto es evidencia de que en los años más recientes se ha incrementado la interacción en proyectos de Bolivia y Ecuador con Cuba y México, con quienes en la red total mantiene interrelaciones de grado medio), y en menor medida Guatemala que tiene este tipo de interrelación con Brasil, Cuba y México (a diferencia de la red de 24 años donde mantenía interrelaciones de grado alto con todos los países más desarrollados, reflejando que su interacción en proyectos, en términos relativos, fue mayor en años pasados).

Finalmente, las interrelaciones entre países de desarrollo nuclear intermedio y bajo son, al igual que en la red de 24 años, principalmente de grado medio (50%), pero es conveniente señalar que en la red de cinco años la interrelaciones de Bolivia son de grado alto con todos los países a excepción de Colombia (en la red total solo tenía un grado alto de interrelación con Perú). Caso similar es el de Ecuador que tiene interrelaciones de grado alto con todos los países de desarrollo intermedio a excepción de Colombia y Costa Rica, los únicos países de este grupo con quienes en la red de 24 años tenía un alto grado de interrelación. En el caso de las interrelaciones de Colombia con los países de bajo desarrollo, sus interrelaciones en los 5 años más recientes son principalmente de grado bajo, manteniendo interrelaciones medias sólo con Bolivia y Ecuador.

5.2 Actividad promedio de los países que conforman la red ARCAL

El mapeo de la red de países emplea el indicar de número de proyectos conjuntos entre dos países para modelar grado de interrelación entre ellos, con base a que una mayor interacción en proyectos regionales permite construir una interrelación de grado más alto entre los mismos. Aquellos países fundadores o que tienen más años participando en proyectos ARCAL deberían haber construido interrelaciones de grado más alto que aquellos países que se han incorporados hace pocos años a la red.

Para complementar el análisis de las interrelaciones en la red se ha construido un índice que mide el número de proyectos por año en los que ha participado un país, tomando como base el número de años que cada país tiene participando en proyectos ARCAL⁸. De esta forma, se tiene que países como Brasil, Argentina, Chile o Perú tienen de 22 a 24 años participando en proyectos regionales en el marco del Acuerdo, mientras que otros como República Dominicana, Haití o Panamá tienen entre 12 y 19 años, por lo para fines de la medición de este índice la base sobre la cual se calculará el número de proyectos promedio por año será menor que para aquellos países con más años de actividad en la red⁹. Los resultados de este índice se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 7. Indicador de promedio de nivel de actividad del país en la red ARCAL

Nivel de desarrollo	País	Nº de proyectos (A)	Años de participación en ARCAL (B)	Índice de actividad promedio anual en la red (A/B)	% de interrelaciones de grado alto en la red país	% de interrelaciones de grado medio en la red país	% de interrelaciones de grado bajo en la red país
Alto	Brasil	73	24	3.0	68%	21%	11%
Alto	Argentina	69	24	2.9	68%	16%	16%
Alto	Chile	65	24	2.7	63%	11%	26%
Alto	México	64	24	2.7	58%	32%	10%
Intermedio	Perú	56	22	2.5	58%	32%	10%
Alto	Cuba	60	24	2.5	47%	42%	11%

⁸ Se ha considerado el número de años transcurridos desde que el país participo por primera vez en un proyecto ARCAL al 2006. De esta manera los países que participaron en el proyecto RLA0006, iniciado en 1983, tienen un tiempo de participación de 24 años. Los años de participación de los países en ARCAL, han sido calculados en base a la fecha de inicio de los proyectos ARCAL tomando como fuente los Anexos 1 y 3 del Informe: "Programa ARCAL más de dos decenios de cooperación en el sector de la ciencia y la tecnología".

⁹ Es conveniente precisar que este índice puede ser afinado midiendo los años de participación efectiva en la red, es decir, el tiempo que realmente un país a participado en los proyectos ARCAL y no solo considerar el número de años desde su primera participación. Sin embargo esta información no esta disponible y su obtención requeriría la inversión de recursos que no se encuentran contemplados en el alcance de la consultoría.

Nivel de desarrollo	País	Nº de proyectos (A)	Años de participación en ARCAL (B)	Índice de actividad promedio anual en la red (A/B)	% de interrelaciones de grado alto en la red país	% de interrelaciones de grado medio en la red país	% de interrelaciones de grado bajo en la red país
Intermedio	Uruguay	54	24	2.3	42%	42%	16%
Intermedio	Costa Rica	52	24	2.2	53%	31%	16%
Bajo	Bolivia	42	21	2.0	21%	58%	21%
Intermedio	Colombia	43	22	2.0	32%	42%	26%
Bajo	Ecuador	43	22	2.0	37%	37%	26%
Bajo	Guatemala	46	24	1.9	32%	47%	21%
Intermedio	Venezuela	45	24	1.9	42%	47%	11%
Bajo	El Salvador	22	12	1.8	0%	42%	58%
Bajo	Panamá	30	19	1.6	0%	68%	32%
Bajo	Paraguay	37	24	1.5	10%	58%	32%
Bajo	R. Dominicana	21	16	1.3	0%	37%	67%
Bajo	Nicaragua	22	19	1.2	0%	42%	58%
Bajo	Haití	7	8	0.9	0%	0%	100%
Bajo	Jamaica	3	21	0.1	0%	0%	100%

Elaboración GERENS

Como se puede apreciar, son Brasil y Argentina los que tienen una participación promedio anual más alta, alrededor de 3 proyectos por año de actividad en ARCAL, y los siguen Chile, México y Perú, países que en el mapeo son también los que tienen un alto porcentaje de interrelaciones de grado alto con otros miembros de la red, tal como se puede apreciar en las tres últimas columnas del cuadro. En contraste se tienen países que han participado en promedio entre uno y dos proyectos ARCAL por año, y que tienen menor porcentaje de interrelaciones de grado alto¹⁰.

En el extremo encontramos los países de menor desarrollo relativo, que por año de actividad han participado relativamente en menos proyectos, como es el caso de Jamaica, Haití (con menos de un proyecto en promedio por año), República Dominicana y Jamaica, que no tienen interrelaciones fuertes con ningún país de la red, por el contrario, la mayor proporción de sus interrelaciones son débiles.

¹⁰ Un caso particular es Venezuela, que si bien tiene porcentajes similares de interrelaciones de grado alto y medio que Uruguay, ha tenido una participación promedio en proyectos por año menor.



Esto parece indicar que países con menos tiempo de actividad en ARCAL participan en términos relativos en menos proyectos por año, y esto puede estar ligado a su nivel de desarrollo relativo en la región.

6. Conclusiones y recomendaciones sobre el fortalecimiento de ARCAL

El mapeo de la red emplea la información cuantitativa disponible sobre la participación de los países en proyectos ARCAL, para modelar el grado de interrelación que existe en la red. Representa una medición objetiva basada en datos confiables sobre las actividades del Acuerdo a los largo de 24 años de actividad. .

Considerando sus alcances, el mapeo realizado permite identificar la configuración de la red y las relaciones entre países, dando origen a una serie de reflexiones que acompañan todo el documento. A continuación se presentan las principales conclusiones asociadas al fortalecimiento institucional de ARCAL.

- **Correlación entre los niveles de desarrollo relativo y el grado de las interrelaciones.** Existe una fuerte correspondencia entre el nivel de desarrollo relativo en temas nucleares de los países y la participación en proyectos e interrelaciones que existen entre ellos. Se requieren estrategias que consideren en el diseño de proyectos los grados de desarrollo de los países. Los proyectos deben incorporar componentes para cerrar brechas e impulsar el desarrollo y aprovechamiento de aplicaciones nucleares.
- **Subgrupos al interior de los países de bajo desarrollo relativo.** El grado de absorción y evolución en el desarrollo de los países no es homogéneo en este grupo. Los resultados encontrados podrían indicar que existen algunos países que cuentan con mejor capacidad para participar y beneficiarse de los proyectos regionales ARCAL. Estos países, por tanto, parecen tener mejores posibilidades de cerrar sus brechas que los otros. Los países de menor desarrollo relativo pueden estar quedando más rezagados en cuanto a su incorporación y participación de las actividades y por lo tanto de la red. Se debe considerar en el diseño de proyectos ARCAL roles diferenciados según el nivel de desarrollo relativo, por ejemplo roles como donante y receptor, a fin de maximizar los impactos en la red, proyectos de cooperación horizontal y otros de cooperación vertical.
- **Heterogeneidad en las interrelaciones de países de diferente nivel de desarrollo relativo.** El que los países de alto desarrollo relativo tengan un alto grado de interrelación con los otros grupos de países puede estar reflejando el rol de donante y la transferencia de capacidades y tecnología de los países avanzados, en especial hacia el grupo de países con aparente mayor capacidad de absorción (Guatemala, Ecuador, Bolivia, etc.). Se deben identificar las fortalezas y potencialidades en cada país, de manera que se tenga mayor claridad sobre oportunidades de transferencia y condiciones de absorción de los países.
- **Diferencias en el grado de las interrelaciones entre países al interior de redes sectoriales.** A diferencia de lo observado en la red total de ARCAL, los casos de Bolivia (Sector de Aplicaciones médicas), Ecuador (Sector de Seguridad Nuclear), así como

Guatemala y Paraguay (Sector de Aplicaciones en agricultura y alimentación) muestran que los países de bajo desarrollo relativo pueden tener alto grado de interrelación con países de alto e intermedio desarrollo relativo cuando se mapean las configuraciones de las redes sectoriales. El nivel de desarrollo relativo y la capacidad de un país para participar en proyectos regionales puede ser distinta en cada sector temático, por lo cual mecanismos y una estrategia para la selección y formulación de proyectos que no considere estas diferencias puede subestimar el potencial de aporte de los países y por lo tanto no contribuir apropiadamente a cerrar brechas e integrar la red.

- **Diferencias en el tiempo y la importancia de monitorear la participación de los países.** El mapeo de la red ARCAL de los últimos años permite tener “una foto” de la situación actual y poder contrastarla con la imagen global producto de los 24 años de historia, y aunque en términos generales las interrelaciones entre países son bastante semejantes, hay que resaltar el caso de Bolivia y Ecuador, países que han incrementado el grado de sus interrelaciones con los países de alto e intermedio desarrollo relativo. Sin embargo, también se puede observar el caso de Colombia, cuya participación, y por lo tanto, fortaleza relativa de sus interrelaciones en años pasados ha sido mayor, lo cual evidencia una estrategia de participación más modesta pero necesariamente no menos efectiva en los últimos años. La red ARCAL, como es natural, es un tipo de organización en constante cambio, siendo importante monitorear el nivel de participación y situación de los Estados Parte, de todo nivel de desarrollo en el campo nuclear, a fin de identificar oportunamente aspectos que debiliten su involucramiento en las actividades del Acuerdo e implementar acciones para mitigar su debilitamiento en la red.
- **Impacto bajo de la antigüedad en la red sobre el grado de las interrelaciones de los países.** Si bien existe un efecto del número de años que un país viene participando en ARCAL sobre la naturaleza de sus interrelaciones en la red, este es bajo, debido a que la mayoría de países miembros viene participando en proyectos por 19 o más años, siendo solo 4 países, de bajo desarrollo relativo, los que presentan una participación menor. En términos relativos, el número de proyectos por año de participación es mayor en países de alto e intermedio desarrollo nuclear, que en países de bajo desarrollo relativo, resultado que es convergente con los resultados del mapeo de la red efectuado con base a la cantidad de proyectos conjuntos entre dos países.

6.1 Alcances, limitaciones y futuros estudios

- i. El estudio presentado en este documento es de tipo cuantitativo. Las interrelaciones sólo se miden con base al supuesto de que a mayor número de proyectos conjuntos se han desarrollado actividades y oportunidades para desarrollar una interrelación de grado más alto entre países. Si bien este enfoque aporta luces interesantes y un marco para la reflexión sobre las características de la

Red ARCAL, no es suficiente para responder a una serie de preguntas que requieren datos cualitativos y otros datos cuantitativos. Por este motivo, en la consultoría de Gerens se ha empleado otras metodologías tales como entrevistas en profundidad, cuestionarios, misiones a tres países, y análisis del destino geográfico y temático de los fondos de los proyectos ARCAL a fin de responder a las preguntas de fortalecimiento institucional que se han planteado.

- A futuro se podría incluir en el mapeo variables tales como: fondos consumidos en proyectos o tamaño del proyecto, transferencia de recursos entre países (conocimientos, humanos y financieros), etc.
 - La fortaleza del “networking” que puede desarrollar un Estado Parte dentro de ARCAL está fuertemente influido por la capacidad de absorción de tecnología nuclear, el grado de Institucionalidad y capacidades institucionales de que disponga e inclusive por la proximidad geográfica, histórica o cultural que pueda existir entre los países
- ii. El mapeo aquí presentado ha servido para pensar en alternativas de proyectos y visualizar escenarios. El estudio es de carácter exploratorio y permite realizar un análisis descriptivo del nivel de fortaleza relativa de las interrelaciones entre países con base a un indicador (número de proyectos), pero no permite analizar la causalidad de estas relaciones. Para esto se requiere contar con información complementaria y de carácter cualitativo.
- iii. El estudio no considera mediciones técnicas de centralidad, densidad, distancia o transitividad en la red, dado que no se cuenta con un análisis cuantitativo similar en otras redes equivalentes para poder establecer una comparación o benchmark apropiado.
- iv. No se consideran variables cualitativas como la percepción de cada actor, ni la prioridad que tiene ARCAL en la política del país (alineamiento de los países frente a una visión compartida), etc. Se carece de estas mediciones para toda la red.
- v. El alcance del estudio está limitado a las interrelaciones entre países considerando sólo sus vínculos formales (macro-análisis), sin tomar en cuenta la fortaleza de las relaciones entre instituciones entre países, el entorno político específico de cada país, ni los vínculos informales, como las relaciones interpersonales de los representantes, coordinadores, etc. (micro-análisis).
- vi. **Sugerencias de futuros estudios.** A futuro se recomienda examinar los siguientes temas que han sido fruto de la reflexión y análisis del presente mapeo de la red:
- Realizar el mapeo considerando información más detallada sobre los insumos y productos de los proyectos para afinar la fortaleza de las relaciones. En las bases de datos de OIEA (TC-Pride) existe información año por año, proyecto por proyecto para cada país.
 - Replicar el análisis efectuado para los proyectos Regionales y luego comparar el tipo de red que se ha constituido con la Red ARCAL.



- El Caso de Colombia amerita una profundización. En el presente mapeo se ha encontrado que el nivel de networking que ha desarrollado Colombia en los proyectos ARCAL es similar al de países de bajo desarrollo. Sin embargo, de este resultado no se puede extrapolar conclusiones sobre el nivel general de desarrollo de las aplicaciones nucleares en Colombia. Sería recomendable complementar el análisis con un análisis de las condiciones generales de desarrollo nuclear y con el desarrollo de los proyectos nacionales de Colombia así como del grado de participación de Colombia en proyectos regionales.
- Afinar la tipología de países por nivel de desarrollo relativo. El presente mapeo ha empleado la tipología de países según grado de desarrollo actualmente disponible. Esta tipología ha resultado ser robusta pero también se ha encontrado algunas oportunidades de mejora. Así, por ejemplo, se ha encontrado que al interior de los países de menor desarrollo relativo hay dos sub-grupos de países, lo cual podría ameritar un afinamiento de la tipología para reclasificar dentro de los de menor desarrollo relativo en dos categorías diferentes. Por tanto una línea futura de trabajo podría consistir en afinar o redefinir la tipología de países según el nivel de desarrollo nuclear donde una de las variables sea la fortaleza de interrelación. Esto podría llevar, por ejemplo, a desdoblar la categoría de “menor desarrollo relativo” en dos sub-niveles, o a reclasificar la pertenencia de un país a una u otra categoría.
- Una variable importante para determinar la fortaleza de la relación es, sin duda, la condición de “país líder” en los proyectos. A futuro sería recomendable incluir esta variable en el mapeo de la red a fin de determinar su importancia relativa.

Anexo 1: Distribución de frecuencias de parejas de países por número de proyectos de la red ARCAL

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
1	9	9
2	2	11
3	8	19
5	5	24
6	8	32
7	5	37
10	1	38
11	1	39
12	1	40
13	2	42
14	5	47
15	8	55
16	3	58
17	5	63
18	8	71
19	4	75
20	10	85
21	3	88
22	1	89
23	3	92
24	2	94
25	4	98
26	2	100
27	1	101
28	6	107
29	4	111
30	2	113
31	4	117
32	7	124
33	6	130

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
34	3	133
35	2	135
36	6	141
37	4	145
38	4	149
39	2	151
40	5	156
41	2	158
42	2	160
43	5	165
44	2	167
45	1	168
46	2	170
47	2	172
48	2	174
49	3	177
50	1	178
51	1	179
53	1	180
54	1	181
55	2	183
57	2	185
60	2	187
62	1	188
63	1	189
67	1	190

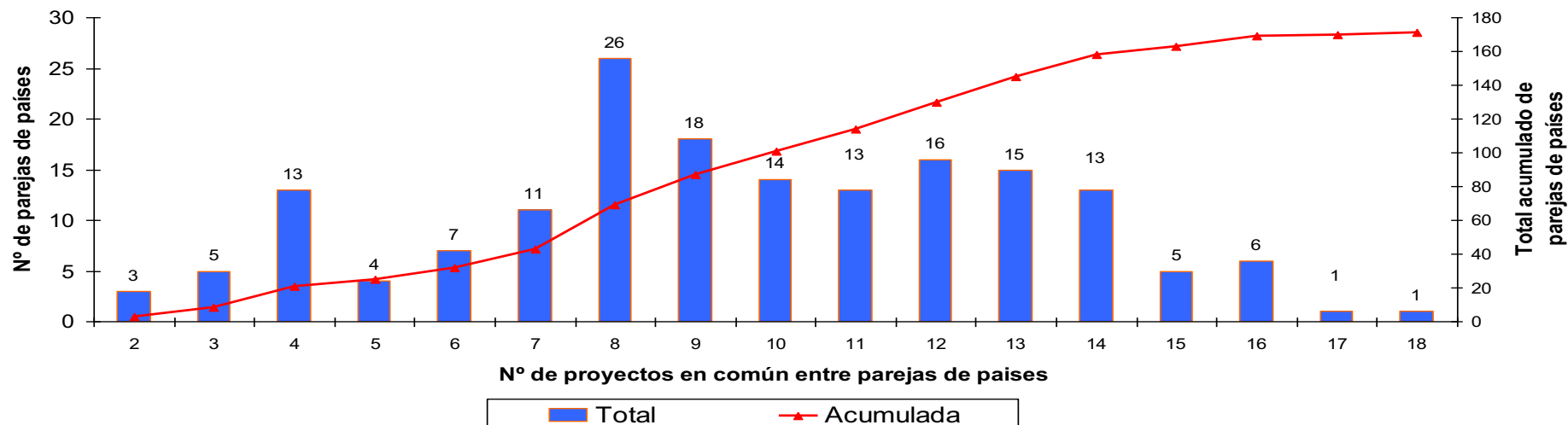
Elaboración GERENS

Anexo 2: Proyectos en común por parejas de países en el sector de aplicaciones médicas

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo									
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic
Alto desarrollo	Arg		16	13	14	14	13	10	14	10	11	14	10	11	11	8	6	7	3	0	6
	Bra			15	16	15	16	12	17	13	12	18	12	14	14	9	8	8	3	0	8
	Chi				13	13	13	10	13	11	9	14	11	12	10	8	6	6	2	0	5
	Cub					15	13	10	16	12	13	15	10	13	14	9	8	9	4	0	8
	Mex						14	11	14	12	12	15	11	12	12	9	8	9	4	0	8
Intermedio desarrollo	Per						12	14	13	11	16	12	12	11	10	8	8	4	0	8	
	Col							10	11	8	12	10	9	9	10	4	7	3	0	6	
	Cos								11	12	16	10	14	13	9	9	9	4	0	8	
	Uru									9	13	9	9	10	9	5	8	4	0	7	
	Ven											11	8	11	12	8	7	8	4	0	8
Bajo desarrollo	Bol											13	14	13	9	9	8	4	0	8	
	Ecu												10	9	7	7	5	2	0	4	
	Gua													12	8	8	7	3	0	8	
	Pan														7	7	8	4	0	8	
	Par															4	7	3	0	6	
	Els																6	2	0	5	
	Dom																	4	0	7	
	Hai																		0	4	
	Jam																				0
	Nic																				

Elaboración GERENS

Anexo 3: Distribución de frecuencias de parejas de países por número de proyectos en el sector de aplicaciones médicas



Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
2	3	3
3	5	8
4	13	21
5	4	25
6	7	32
7	11	43
8	26	69
9	18	87
10	14	101

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
11	13	114
12	16	130
13	15	145
14	13	158
15	5	163
16	6	169
17	1	170
18	1	171

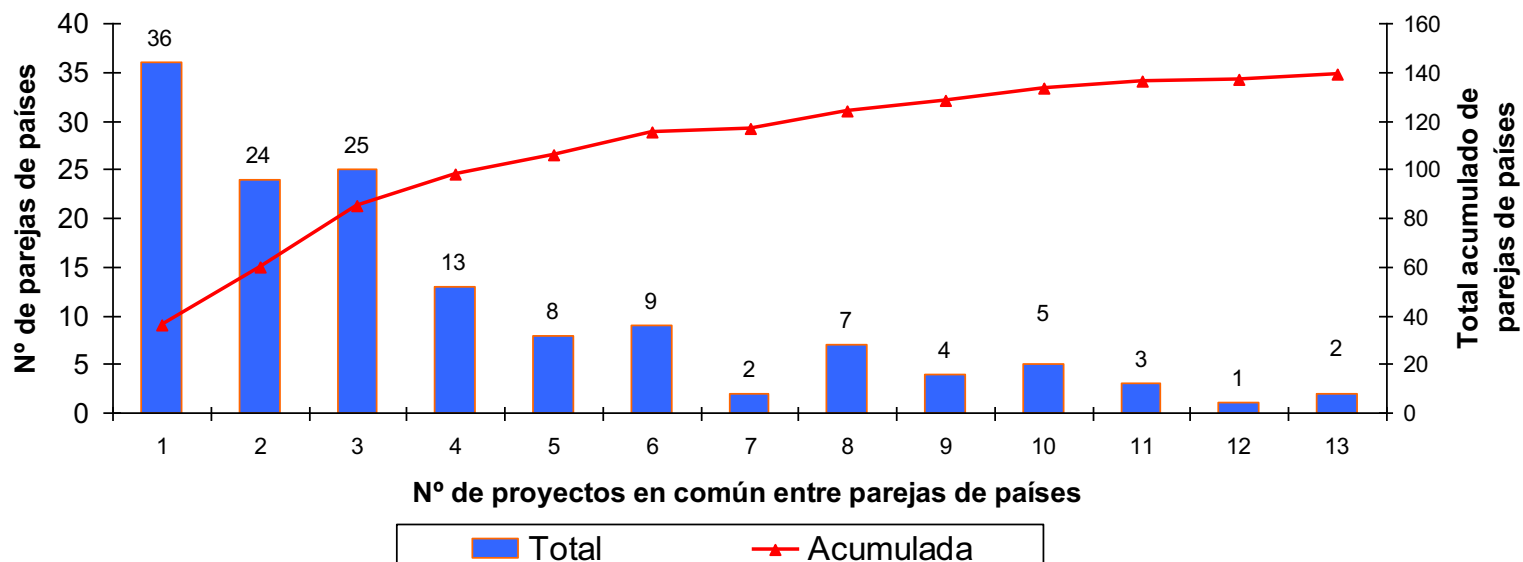
Elaboración GERENS

Anexo 4: Proyectos en común por parejas de países en el sector de seguridad nuclear

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo										
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic	
Alto desarrollo	Arg		13	12	8	10	9	7	5	9	6	3	5	3	1	3	0	1	0	0	1	
	Bra			13	10	11	11	8	5	10	6	4	5	4	2	4	1	2	0	0	1	
	Chi				9	11	10	7	5	8	6	3	5	3	1	3	0	1	0	0	1	
	Cub					8	9	5	3	8	6	2	3	2	2	2	1	2	0	0	1	
	Mex						10	6	4	8	6	2	4	2	1	2	0	1	0	0	1	
Intermedio desarrollo	Per						5	3	8	6	2	3	2	2	2	1	2	0	0	1		
	Col							4	6	3	3	4	3	1	3	0	1	0	0	1		
	Cos								4	3	3	4	3	1	3	0	1	0	0	1		
	Uru									6	3	4	3	2	3	1	2	0	0	1		
	Ven											1	3	1	1	1	0	1	0	0	1	
Bajo desarrollo	Bol												3	4	2	4	1	2	0	0	0	
	Ecu													3	1	3	0	1	0	0	0	
	Gua														2	4	1	2	0	0	0	
	Pan															2	1	2	0	0	0	
	Par																1	2	0	0	0	
	Els																	1	0	0	0	
	Dom																		0	0	0	
	Hai																			0	0	
	Jam																					0
	Nic																					

Elaboración GERENS

Anexo 5: Distribución de frecuencias de parejas de países por número de proyectos en el sector de seguridad nuclear



Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
1	36	36
2	24	60
3	25	85
4	13	98
5	8	106
6	9	115
7	2	117

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
8	7	124
9	4	128
10	5	133
11	3	136
12	1	137
13	2	139

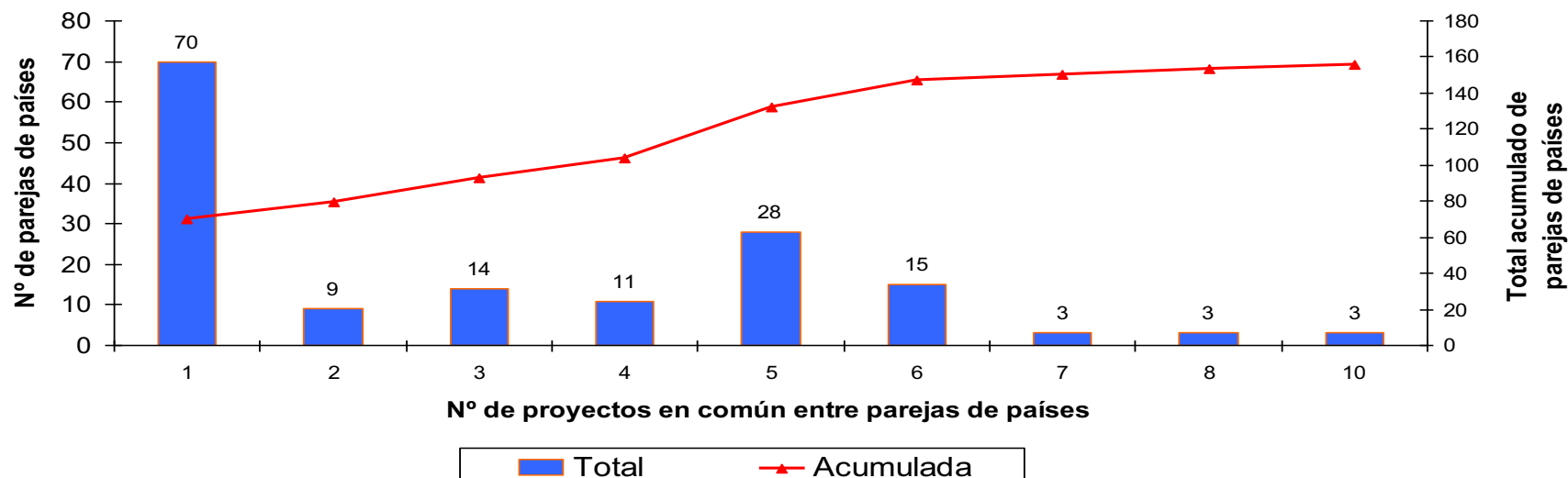
Elaboración GERENS

Anexo 6: Proyectos en común por parejas de países en el sector de aplicaciones en agricultura y alimentación

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo										
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic	
Alto desarrollo	Arg		10	10	6	6	6	5	5	5	4	5	6	8	1	7	1	1	1	0	1	
	Bra			10	6	6	6	5	5	5	4	5	6	8	1	7	1	1	1	0	1	
	Chi				6	6	6	5	5	5	4	5	6	8	1	7	1	1	1	0	1	
	Cub					5	3	2	3	4	4	2	3	5	1	3	1	1	1	0	1	
	Mex						3	2	4	4	4	2	3	5	1	3	1	1	1	0	1	
Intermedio desarrollo	Per						5	3	1	2	5	5	5	1	5	0	0	0	0	0	1	
	Col							3	1	1	5	5	5	1	5	0	0	0	0	0	1	
	Cos								3	2	3	4	5	1	4	1	1	1	0	1		
	Uru									3	1	2	4	1	3	1	1	1	0	1		
	Ven											1	2	3	1	2	1	1	1	0	1	
Bajo desarrollo	Bol											5	5	1	5	0	0	0	0	0	1	
	Ecu												6	1	6	1	1	1	0	1		
	Gua														1	6	1	1	1	0	1	
	Pan															1	0	0	0	0	1	
	Par																1	1	1	0	1	
	Els																	1	1	0	0	
	Dom																		1	0	0	
	Hai																				0	0
	Jam																					0
	Nic																					

Elaboración GERENS

Anexo 7: Distribución de frecuencias de parejas de países por número de proyectos en el sector de aplicaciones en agricultura y alimentación



Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
1	70	70
2	9	79
3	14	93
4	11	104
5	28	132

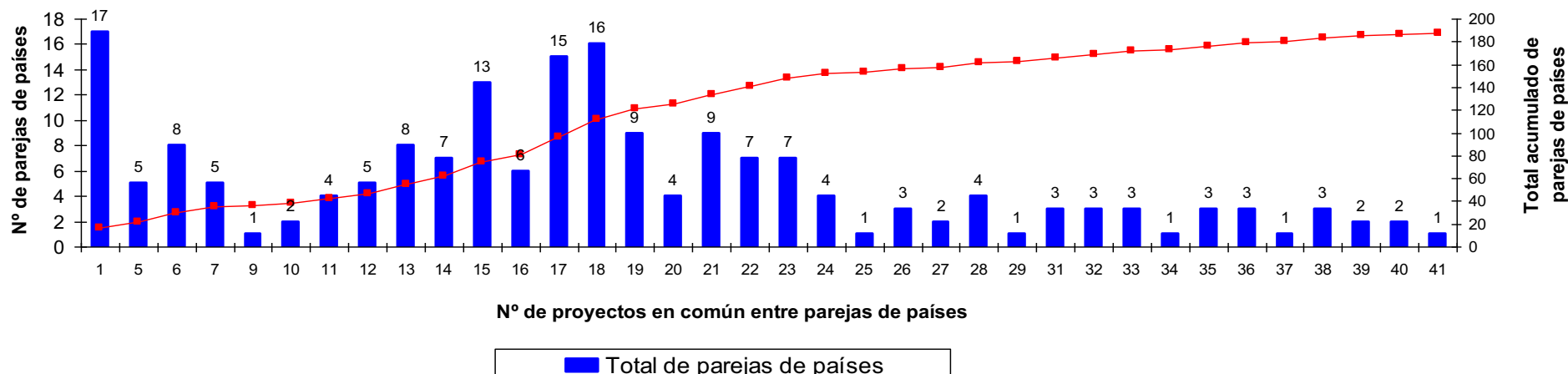
Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
6	15	147
7	3	150
8	3	153
10	3	156

Anexo 8: Proyectos en común por parejas de países en la red ARCAL para el periodo 2002-2006

		Alto desarrollo					Intermedio desarrollo					Bajo desarrollo											
		Arg	Bra	Chi	Cub	Mex	Per	Col	Cos	Uru	Ven	Bol	Ecu	Gua	Pan	Par	Els	Dom	Hai	Jam	Nic		
Alto desarrollo	Arg		40	36	38	39	33	20	26	32	31	22	21	18	16	16	16	15	6	1	15		
	Bra			38	41	40	38	23	28	35	31	27	23	22	20	18	19	16	6	1	17		
	Chi				36	37	32	21	23	31	27	21	22	18	15	15	14	14	5	1	12		
	Cub					39	35	22	29	35	33	25	22	22	20	19	19	18	7	1	17		
	Mex						36	23	28	34	32	24	23	21	18	18	19	17	7	1	18		
Intermedio desarrollo	Per							23	24	33	28	26	22	19	17	18	18	15	6	1	17		
	Col								15	23	18	17	17	12	13	14	9	12	5	1	11		
	Cos									24	26	21	17	21	18	15	18	14	6	0	17		
	Uru										28	24	21	19	16	19	16	17	7	1	15		
	Ven												21	21	20	18	17	17	15	7	1	17	
Bajo desarrollo	Bol												19	19	18	17	18	15	6	1	15		
	Ecu													15	15	13	14	11	5	1	10		
	Gua														17	14	18	12	5	0	13		
	Pan															11	13	11	6	1	13		
	Par																14	13	6	1	12		
	Els																	13	5	1	13		
	Dom																		7	1	10		
	Hai																				1	6	
	Jam																						1
	Nic																						

Elaboración GERENS

Anexo 9: Distribución de frecuencias de parejas de países por número de proyectos para el periodo 2002-2006



Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
1	17	17
5	5	22
6	8	30
7	5	35
9	1	36
10	2	38
11	4	42
12	5	47
13	8	55
14	7	62
15	13	75
16	6	81
17	15	96
18	16	112

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
19	9	121
20	4	125
21	9	134
22	7	141
23	7	148
24	4	152
25	1	153
26	3	156
27	2	158
28	4	162
29	1	163

Proyectos en común	Total de parejas de países	Acumulado
31	3	166
32	3	169
33	3	172
34	1	173
35	3	176
36	3	179
37	1	180
38	3	183
39	2	185
40	2	187
41	1	188

Elaboración GERENS