

添付資料-8-5

各類型（タイプ）別の洪水氾濫・被害・事業費の傾向と特徴

### 添付資料 8-5 各類型（タイプ）別の洪水氾濫・被害・事業費の傾向と特徴

報告書 14.1.3 項に示した類型別洪水対策事業を個別の類型ごとにまとめると以下の(a)~(j)ようになる。

なお、本検討は、洪水対策案の概算数量を基にした結果のため、今後精緻に策定される治水計画によって精査される必要がある。ここでは、あくまで調査の参考資料として添付するものである。

#### (a) Type-1：モデル Biabo

Type-1 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-1 Type-1 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
1	一般項目	流域面積	412 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	796 千人					
	洪水	想定被害額	0M	15M	18M	27M	58M	86M
	洪水対策事業	想定事業費	0	22M	96M	393M	1,043M	1,644M
		年平均被害便益額	0M	2M	4M	5M	6M	7M
	経済評価*1	TIRS	51%	27%	10%	-4%	-17%	-
		VANS	61M	58M	-2M	-269M	-720M	-
B/C		8.6	2.9	1.0	0.3	0.1	0.1	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合  
出典：調査団作成

流域面積がペルー国全体の 33%を占めるが、人口は 3%である。50 年確率洪水対応や 100 年確率規模洪水から流域を守るためには極めて大きな事業費を必要とするが便益は他の類型に比べ大きくない。

#### (b) Type-2：モデル Locumba：総流域面積 112 千 km<sup>2</sup>：総人口 337 千人

Type-2 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-2 Type-2 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
2	一般項目	流域面積	112 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	337 千人					
	洪水	想定被害額	0M	0M	0.03M	2M	4M	5M
	洪水対策事業	想定事業費	0M	0M	5M	11M	26M	56M
		年平均被害便益額	0M	0M	0.001M	0.05M	0.10M	0.15M
	経済評価	TIRS	51%	51%	44%	39%	30%	21%
		VANS	146M	146M	141M	135M	121M	91M
B/C		8.6	8.6	6.8	5.5	3.7	2.2	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

Type-1 と同様に浸水から守るべき資産が少ないために洪水対策事業が大規模とはならない。しかしながら、上述の表に示すように、局所的な洗掘対策等の効果の比率が高くなり、経済評価の各指数が高くなること分かる。

(c) Type-3 : モデル Chancay-Lambayeque : 総流域面積 23 千 km<sup>2</sup> : 総人口 830 千人

Type-3 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-3 Type-3 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
3	一般項目	流域面積	23 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	830 千人					
	洪水	想定被害額	14M	119M	153M	310M	395M	475M
	洪水対策事業	想定事業費	26M	300M	501M	742M	815M	1,023M
		年平均被害便益額	4M	24M	38M	51M	59M	63M
	経済評価*1	TIRS	35%	11%	8%	6%	6%	3%
		VANS	138M	29M	-52M	-158M	-163M	-290M
B/C		4.2	1.1	0.9	0.8	0.8	0.6	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

50~100 年確率規模の洪水がこの類型で発生すると、住宅・農業・公共事業・影響住民の雇用機会損失のみの直接被害で約 395~475M の被害額が発生する規模であり、小さくない。

しかしながら、流域は、本来少雨地域のため、流域全体を平均的に 50 年または 100 年確率規模で守ろうとすると経済性が低くなるため、各流域内でさらに重点防御地域を決定し、経済の高い箇所から洪水対策事業を実施することが望まれる。

(d) Type-4 : モデル Piura-Chira : 総流域面積 24 千 km<sup>2</sup> : 総人口 1,597 千人

Type-4 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-4 Type-4 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
4	一般項目	流域面積	24 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	1,597 千人					
	洪水	想定被害額	1M	3M	9M	22M	41M	55M
	洪水対策事業	想定事業費	12M	44M	81M	148M	222M	537M
		年平均被害便益額	3M	3M	4M	5M	5M	6M
	経済評価*1	TIRS	39%	25%	18%	12%	8%	-1%
		VANS	143M	116M	85M	26M	-33M	-304M
B/C		5.5	2.8	1.9	1.2	0.9	0.4	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

Type-4 に属する流域は、Piura 川、Chira 川に加え Tumbes 川のための 3 河川で構成されているため、殆どモデル流域とした Piura-Chira 川流域の結果に支配されている。

既にある程度治水安全度が高い流域であり、新たな洪水対策事業とは成り難く、事業の経済評価は低い。しかしながら、50 年及び 100 年洪水規模時の被害額は 3 河川合計で、約 41~55 百万と決して低くない。それゆえ、今後もより高い治水レベルを目指した洪水対策は実施していくべきである。

(e) Type-5 : モデル Rimac / Ica : 総流域面積 139 千 km<sup>2</sup> : 総人口 9,917 千人

Type-5 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-5 Type-5 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
5	一般項目	流域面積	139 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	9,917 千人					
	洪水	想定被害額	2M	60M	71M	178M	199M	285M
	洪水対策事業	想定事業費	13M	19M	25M	219M	460M	1,539M
		年平均被害便益額	1M	10M	17M	24M	28M	30M
	経済評価*1	TIRS	46%	51%	54%	28%	19%	5%
		VANS	614M	683M	728M	596M	406M	-321M
B/C		7.3	7.6	7.7	3.1	1.8	0.7	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

流域内人口も多く、一旦洪水被害が発生すると大きな被害を発生させるため、重要な類型である。しかしながら、経済的に発展しているがゆえ、同じ類型とはしたが、他の流域類型に比べ、河川ごとの事業費、便益の違いが大きい。例えば、本類型のモデル河川流域として選定された2流域は、それぞれに以下のような特質を持つ。

- 既に重要な地点の一部が防御されている河川（Rimac 川等）；
- 流域内に洪水流を調節する遊水地の建設が有効に機能する河川（Ica 川等）；

このように、本類型は、流域が持つ個別の特質もあるため、それぞれに河川治水計画を策定し、最も経済性の高い河川及び優先区間から実施することが必要である。

(f) Type-6：モデル Mantaro：総流域面積 117 千 km<sup>2</sup>：総人口 4,328 千人

Type-6 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-6 Type-6 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
6	一般項目	流域面積	117 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	4,328 千人					
	洪水	想定被害額	16M	35M	40M	42M	42M	45M
	洪水対策事業	想定事業費	104M	205M	208M	222M	263M	342M
		年平均被害便益額	5M	12M	16M	18M	19M	20M
	経済評価*1	TIRS	17%	13%	14%	15%	12%	9%
		VANS	75M	43M	71M	78M	47M	-23M
B/C		1.6	1.2	1.3	1.3	1.2	0.9	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

流域全体の治水事業としてもある程度の便益が発生する類型である。しかしながら、流域全体としての経済指標は大きくないため、より重要な地域からの事業または流域全体に効果が波及する事業から実施していく事が必要となる。よって今後は、

- 各河川のより詳細な河川治水計画の立案；
- より重要な河川及び優先区間の選定；
- 優先度の高い区間からの治水対策事業の実施が必要である。

(g) Type-7 : モデル Huallaga : 総流域面積 162 千 km<sup>2</sup> : 総人口 2,332 千人

Type-7 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-7 Type-7 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
7	一般項目	流域面積	162 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	2,332 千人					
	洪水	想定被害額	342M	657M	787M	996M	1,141M	1,265M
	洪水対策事業	想定事業費	539M	840M	1,038M	1,280M	1,386M	1,502M
		年平均被害便益額	103M	252M	325M	378M	400M	412M
	経済評価*1	TIRS	17%	29%	30%	28%	27%	26%
		VANS	214M	851M	1061M	1108M	1145M	1053M
B/C		1.4	2.2	2.3	2.2	2.1	2.0	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

本類型は Amazon 地域の多雨な地方に位置しながら地形が比較的急なため、洪水が最も発生しやすい類型である。本調査の解析結果によると、事業費も最も高くなるが経済性も最も高い類型となった。

極めて洪水対策事業の効果が高い類型のため、できるだけ迅速に事業の実施を検討すべきである。事業費が大きいため例えば国家事業としてのプログラム化等による予算確保等も考慮すべきである。

(h) Type-8 : モデル Nanay : 総流域面積 98 千 km<sup>2</sup> : 総人口 1,057 千人

Type-8 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-8 Type-8 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
8	一般項目	流域面積	98 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	1,057 千人					
	洪水	想定被害額	104M	129M	203M	217M	254M	330M
	洪水対策事業	想定事業費	191M	258M	295M	378M	477M	517M
		年平均被害便益額	31M	66M	83M	95M	100M	103M
	経済評価(Alt-1)*1	TIRS	25%	44%	51%	47%	40%	39%
		VANS	191M	595M	828M	969M	915M	935M
		B/C	2.0	3.4	4.0	3.7	3.1	3.0
	経済評価(Alt-2)*1	TIRS	14%	24%	27%	24%	19%	18%
		VANS	49M	232M	316M	328M	252M	235M
B/C		1.3	2.0	2.1	1.9	1.6	1.5	

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

本類型は、Amazon 川本川の背水を受け、河道沿いが長期間湛水する河川群である。防御する区間が住宅地の場合は、洪水対策事業は類型 7 とは違った洪水形態であるが極めて高い経済性を持つ。また言い換えれば、住宅地以外の洪水常襲地区を防御する事業については、その実施を慎重に検討する必要がある。

本調査においてモデル流域とした Nanay 川では、地元地方政府が洪水対策事業として構

造物対策より、現在被害を受けている住民を移転させることを検討しているが、事業としては、堤防で守るほうが、経済性は高い。(1世帯当り S/70,000 移転費用が必要とした場合。)

(i) Type-9 : モデル Urubamba : 総流域面積 114 千 km<sup>2</sup> : 総人口 1,627 千人

Type-9 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-9 Type-9 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
9	一般項目	流域面積	114 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	1,627 千人					
	洪水	想定被害額	40M	40M	256M	469M	539M	707M
	洪水対策事業	想定事業費	7M	7M	166M	514M	770M	935M
		年平均被害便益額	12M	24M	39M	60M	70M	77M
	経済評価*1	TIRS	78%	131%	26%	11%	7%	5%
		VANS	174M	269M	223M	38M	-117M	-209M
		B/C	9.9	14.7	2.3	1.1	0.8	0.7

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

モデル流域である Urubamba は典型的な谷底平野を流下する河川であり、一旦洪水が発生すると谷底平野内の低平地を浸水させるとともに、流速も早いため、河岸の浸食問題も多い。

類型 6 と同様に、流域全体の治水事業としてもある程度の便益が発生する類型であるが、50 年、100 年確率洪水対応時の事業の経済指標は類型全体としては大きくないため、より重要な地域からの事業及び流域全体に効果が波及する事業から実施していく事が必要となる。よって今後は、

- 各河川のより詳細な河川治水計画の立案；
- より重要な河川及び優先区間の選定；
- 優先度の高い区間からの治水対策事業の実施が必要である。

(j) Type-10 : モデル Ramis : 総流域面積 32 千 km<sup>2</sup> : 総人口 773 千人

Type-10 の洪水対策事業案を纏めると以下の表となる。

表 添付-8-5-10 Type-10 の洪水対策事業案のまとめ

類型	評価項目	Index	治水事業規模					
			2-year	5-year	10-year	25-year	50-year	100-year
10	一般項目	流域面積	32 千 km <sup>2</sup>					
		流域内総人口	773 千人					
	洪水	想定被害額	25M	73M	83M	93M	116M	153M
	洪水対策事業	想定事業費	46M	181M	242M	299M	367M	446M
		年平均被害便益額	7M	22M	30M	35M	37M	39M
	経済評価*1	TIRS	28%	16%	15%	14%	11%	9%
		VANS	101M	90M	93M	81M	33M	-28M
		B/C	2.8	1.5	1.4	1.3	1.1	0.9

\*1: 便益パラメータを「人口」、事業費パラメータを「流域面積」とした場合

Titicaca 流域のこの類型は、気候変動により、今後洪水頻度が多くなる可能性を指摘され

ている。上表のように洪水対策事業の経済性も低くなく、今後の気候変動を考慮すれば、適切な河川計画の基流域内の農地を洪水から守るための事業を確実に実施していく事が求められている。



添付資料-8-6

個別流域による事業費・便益・事業経済指標の想定

## 添付資料-8-6 個別流域による事業費・便益・事業経済指標の想定

添付資料-8-5 では、12 のモデル流域の結果を外挿して類型別に全体の事業費・便益・事業経済指標の評価を行った。本項では、同様に 159 の個別流域毎に 12 のモデル流域の結果を基にして、事業費、便益、経済性指標の算出を行った。なお、外挿のために使用したパラメータは、類型別でも利用した、事業については「流域面積比」、便益については「流域内人口比」とした。

なお、本検討は、洪水対策案の概算数量を基にした結果のため、今後精緻に策定される治水計画によって精査される必要がある。ここでは、あくまで調査の参考資料として添付するものである。

以下に算出条件を表 添付-8-6-1 として示す。

表 添付-8-6-1 算定根拠

算出項目	説明
事業費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各個別流域が含まれる類型のモデル流域の結果を基に「流域面積比」によって算出</li> <li>● 土地収用費、家屋移転費は直接工事費の 6%を計上。</li> </ul>
事業便益	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各個別流域が含まれる類型のモデル流域の結果を基に「流域内人口比」によって算出</li> <li>● 各 ALA が 2014 年度と 2015 年に指定した河川危険個所の洗掘対策による便益を考慮。</li> </ul>
その他	● ファイナンシャルコストからソーシャルコストへの標準変換係数 0.85

出典：調査団作成

結果として算出した 50 年確率洪水対応時の事業経済性指標を基に、TIRS（10%以上）及び VANS が高い流域を以下に表 添付-8-6-2 及び表 添付-8-6-3 として示す。

また、TIRS と事業費の関係を図 添付-8-6-1 として示す。

表 添付-8-6-2 経済性指標（TIRS）が高い河川流域（50 年確率洪水対応時）

Rank	Rio	TIRS	VANS	Rank	Rio	TIRS	VANS
1	Caplina	195%	47	32	Intercuenca Alto Acre	31%	2
2	Itaya	182%	124	33	Crisnejas	31%	17
3	Lacramarca	169%	51	34	Cuenca Huamansaña	31%	1
4	Chillon	163%	8	35	San Juan	29%	29
5	Intercuenca 49917	110%	344	36	Tumbes	29%	32
6	Nanay	99%	383	37	Huaura	28%	23
7	Moche	90%	101	38	Pescadores – Caraveli	26%	1
8	Intercuenca 49955	80%	72	39	Pisco	26%	30
9	Quilca - Vitor - Chili	70%	309	40	Intercuenca Alto Marañon III	25%	1
10	Ica	57%	116	41	Olmos	23%	3
11	Perene	54%	383	42	Ilo – Moquegua	22%	11
12	Huallagas, Mayo, Prnpt, Hybmb	52%	1035	43	Utcubamba	21%	14
13	Interc. Medio Madre de Dios	50%	5	44	Grande	21%	47
14	Lurin	48%	1	45	Pativilca	20%	13
15	Supe	48%	21	46	Acari	19%	9
16	asma	47%	44	47	Mantaro	18%	40

Rank	Rio	TIRS	VANS	Rank	Rio	TIRS	VANS
17	Chala	46%	9	48	Chaman	18%	17
18	Huarmey	46%	15	49	Cañete	17%	14
19	Chparra	46%	9	50	Huancane	17%	18
20	Fortaleza	44%	29	51	Inambari	17%	50
21	Viru	43%	15	52	Intercuenca 49793	15%	1
22	Chancay - Huaral	41%	47	53	Urubamba	13%	47
23	Rimac	40%	35	54	Intercuenca Alto Apurimac	13%	30
24	Locumba	38%	11	55	Aguayta	13%	11
25	Santa	38%	103	56	Zaña	12%	6
26	Nepeña	37%	28	57	Pachitea	12%	15
27	Interc. Mdo Alto Madre de Dios	36%	2	58	Camana	11%	5
28	Mala	35%	30	59	Cuenca Piura + Chira	10%	5
29	Cuenca Zarumilla	35%	3	60	Ramis, Puraca and Azangaro	10%	3
30	Intercuenca Alto Marañon I	34%	40	61	Intercuenca Alto Marañon II	10%	0
31	Cuenca Coata	32%	74	62	Cuenca Honda	10%	0

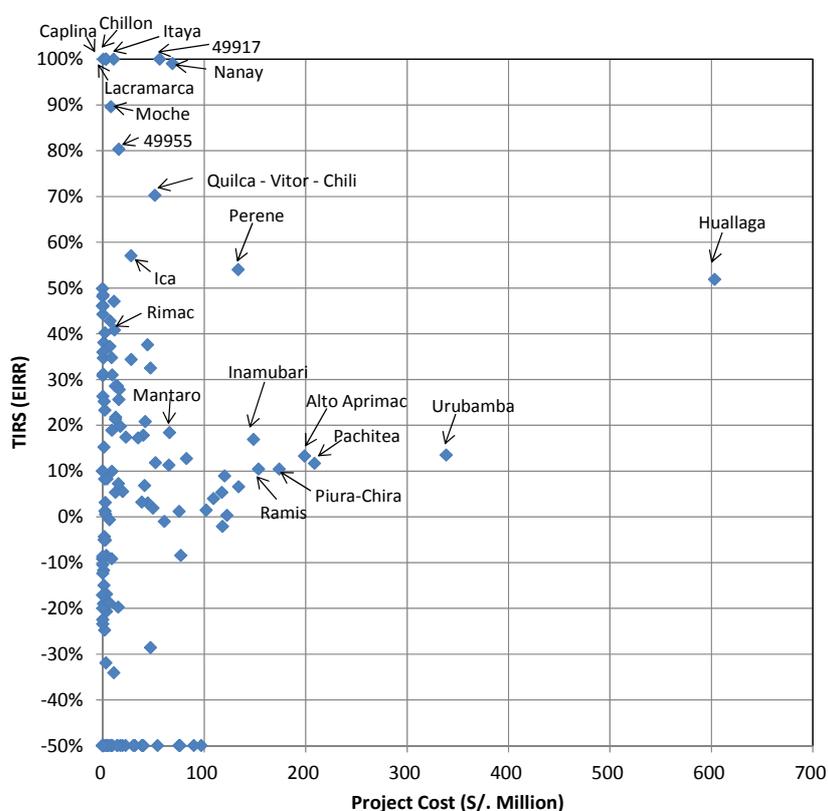
出典：調査団作成

表 添付-8-6-3 経済性指標（VANS）が高い河川流域（50年確率洪水対応時）

Rank	Rio	TIRS	VANS	Rank	Rio	TIRS	VANS
1	Huallagas, Mayo, Paranaputa, Huayabamba	52%	1035	32	Chaman	18%	17
2	Perene	54%	383	33	Crisnejas	31%	17
3	Nanay	99%	383	34	Huarmey	46%	15
4	Intercuenca 49917	110%	344	35	Pachitea	12%	15
5	Quilca - Vitor - Chili	70%	309	36	Viru	43%	15
6	Itaya	182%	124	37	Utcubamba	21%	14
7	Ica	57%	116	38	Cañete	17%	14
8	Santa	38%	103	39	Pativilca	20%	13
9	Moche	90%	101	40	Aguayta	13%	11
10	Coata	32%	74	41	Ilo - Moquegua	22%	11
11	Interc. 49955	80%	72	42	Locumba	38%	11
12	Lacramarca	169%	51	43	Acari	19%	9
13	Inambari	17%	50	44	Chala	46%	9
14	Grande	21%	47	45	Chparra	46%	9
15	Chancay - Huaral	41%	47	46	Chillon	163%	8
16	Caplina	195%	47	47	Zaña	12%	6
17	Urubamba	13%	47	48	Camana	11%	5
18	Casma	47%	44	49	Interc. Medio Madre de Dios	50%	5
19	Mantaro	18%	40	50	Piura + Chira	10%	5
20	Interc. Alt Marañon I	34%	40	51	Olmos	23%	3
21	Rimac	40%	35	52	Ramis, Puraca and Azangaro	10%	3
22	Tumbes	29%	32	53	Zarumilla	35%	3

Rank	Rio	TIRS	VANS	Rank	Rio	TIRS	VANS
23	Pisco	26%	30	54	Interc. Medio Alto Madre de Dios	36%	2
24	Mala	35%	30	55	Interc. Alto Acre	31%	2
25	Interc. Alto Apurimac	13%	30	56	Interc. Alt Marañon III	25%	1
26	Fortaleza	44%	29	57	Lurin	48%	1
27	San Juan	29%	29	58	Huamansaña	31%	1
28	Nepeña	37%	28	59	Pescadores – Caraveli	26%	1
29	Huaura	28%	23	60	Interc. 49793	15%	1
30	Supe	48%	21	61	Honda	10%	0
31	Huancane	17%	18	62	Interc. Alt Marañon II	10%	0

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 添付-8-6-1 個別流域における想定洪水対策事業費と TIRS の関係

上記の表 添付-8-6-2 及び表 添付-8-6-3 で示した洪水対策事業が高い経済性を持つ可能性が高い河川からさらに VANS が高い上位 21 河川流域を地域性（管理する AAA 毎）でグループ分けし、整理した表を表 添付-8-6-4 として以下に示す。この表を基に、各 AAA は緊急に洪水対策事業を実施すべき河川の計画策定及び実施促進をする基礎資料として活用が可能である。

表 添付-8-6-4 治水事業の高い経済効果が期待される流域の地域別グループ分け

Rio	AAA	EIRR_50y	NPV	Cost (50-Y)	Cost Class	Grupo	Grupo Cost
Cuenca Chaman	V	18%	17	47.29	1	A	314
Cuenca Zaña	V	12%	6	61.46	1		
Cuenca Piura + Chira	V	10%	5	205.02	1		
Cuenca Quilca - Vitor - Chili	I	70%	309	60.73	1	B	138
Cuenca Camana	I	11%	5	76.88	1		
Cuenca Ica	II	57%	116	39.96	1	C	82
Cuenca Grande	II	21%	47	49.53	1		
Cuenca Santa	IV	38%	103	52.27	1	D	52
Cuenca Mantaro	X	18%	40	94.44	1	E	78
Cuenca Perene	IX	54%	383	157.46	1	F	501
Cuenca Pachitea	IX	12%	15	245.80	1		
Cuenca Aguayta	IX	13%	11	97.41	1		
Huallaga 5 cuencas, Mayo, Paraputa and Huayabamba	VIII	52%	1035	862.18	1	G	710
Cuenca Inambari	XIII	17%	50	175.13	1	H	175
Intercuenca 49917	IX	110%	344	66.31	1	I	66
Intercuenca Alto Marañon I	VI	34%	40	33.23	1	J	33
Cuenca Nanay	VII	99%	383	98.43	1	K	81
Intercuenca Alto Apurimac	XI	13%	30	234.42	1	L	234
Cuenca Urubamba	XII	13%	47	484.15	1	M	399
Cuenca Coata	XIV	32%	74	55.62	1	N	278
Cuenca Huancane	XIV	17%	18	41.27	1		

注：将来の物価上昇は考慮していない。

出典：調査団作成



添付資料-8-7

本調査による 159 流域の個別評価と実際の洪水被害状況との比較

### 添付資料-8-7 本調査による 159 流域の個別評価と実際の洪水被害状況との比較

添付資料-8-6 にて整理した経済性指標が高い河川流域（EIRR が 10%を上回る 62 流域）と、報告書 14.4.2 項本文にて記述している 2017 年 1 月から 3 月にかけて各流域で実際に発生した洪水被害状況を比較して、添付資料-8-6 において示した 159 個別流域の概算洪水被害、便益及び治水対策の経済性指標が妥当なものかどうかを確認した。

なお、本検討は、洪水対策案の概算数量を基にした結果のため、今後精緻に策定される治水計画によって精査される必要がある。ここでは、あくまで調査の参考資料として添付するものである。

結果を表 添付資料 8-7-1 として示す。

表 添付資料 8-7-1 本調査による 159 流域の経済評価と実際の洪水被害状況との比較

本調査による 159 流域の経済評価（EIRR による順位） 1/30～3/20 の災害レポート（INDECI）に基づく情報整理結果

Rank	Rio	EIRR_50y	NPV	N of Person Affected*	N of House Affected	Road Affected (km)	Agricultural Area Affected (ha)
1	Cuenca Caplina	195%	47	-	-	-	-
2	Cuenca Itaya	182%	124	2,189	571	0	0
3	Cuenca Lacramarca	169%	51	-	-	-	-
4	Cuenca Chillon	163%	8	3,274	93	273	3
5	Intercuenca 49917	110%	344	-	-	-	-
6	Cuenca Nanay	99%	383	-	-	-	-
7	Cuenca Moche	90%	101	1,109	149	15	0
8	Intercuenca 49955	80%	72	-	-	-	-
9	Cuenca Quilca - Vitor - Chili	70%	309	5,292	1,077	55	92
10	Cuenca Ica	57%	116	100,488	21,794	1	0
11	Cuenca Perene	54%	383	307	77	33	5
12	Huallaga	52%	1035	16,843	4,153	0	20
13	Intercuenca Medio Madre de Dios	50%	5	25	5	0	0
14	Cuenca Lurin	48%	1	15	3	18	0
15	Cuenca Supe	48%	21	-	-	-	-
16	Cuenca Casma	47%	44	15,926	3,845	162	307
17	Cuenca Chala	46%	9	-	-	-	-
18	Cuenca Huarmey	46%	15	330	87	12	14
19	Cuenca Chparra	46%	9	-	-	-	-
20	Cuenca Fortaleza	44%	29	358	118	11	0
21	Cuenca Viru	43%	15	-	-	-	-
22	Cuenca Chancay - Huaral	41%	47	2,100	109	255	10
23	Cuenca Rimac	40%	35	26,151	3,517	334	59
24	Cuenca Locumba	38%	11	-	-	-	-
25	Cuenca Santa	38%	103	9,478	2,058	3,784	760
26	Cuenca Nepeña	37%	28	921	154	1	0
27	Intercuenca Medio Alto Madre de Dios	36%	2	640	128	0	0
28	Cuenca Mala	35%	30	350	70	1	0
29	Cuenca Zarumilla	35%	3	2,744	404	9	522
30	Intercuenca Alto Marañon I	34%	40	-	-	-	-
31	Cuenca Coata	32%	74	-	-	-	-
32	Intercuenca Alto Acre	31%	2	-	-	-	-
33	Cuenca Crisnejas	31%	17	-	-	-	-
34	Cuenca Huamansaña	31%	1	313	74	0	0
35	Cuenca Chincha (San Juan)	29%	29	1,308	262	0	0
36	Cuenca Tumbes	29%	32	17,013	3,648	88	280
37	Cuenca Huaura	28%	23	565	82	262	65
38	Cuenca Pescadores - Caraveli	26%	1	-	-	-	-
39	Cuenca Pisco	26%	30	9,528	2,178	170	102
40	Intercuenca Alto Marañon III	25%	1	-	-	-	-
41	Cuenca Olmos	23%	3	3,325	665	0	0
42	Cuenca Ilo - Moquegua	22%	11	32	16	0	0
43	Cuenca Utcubamba	21%	14	-	-	-	-
44	Cuenca Grande	21%	47	38,924	9,430	4	0

Rank	Rio	EIRR_50y	NPV	N of Person Affected*	N of House Affected	Road Affected (km)	Agricultural Area Affected (ha)
45	Cuenca Pativilca	20%	13	1,001	235	96	159
46	Cuenca Acari	19%	9	94	20	3	10
47	Cuenca Mantaro	18%	40	13,064	2,417	495	496
48	Cuenca Chaman	18%	17	441	199	13	10
49	Cuenca Cañete	17%	14	33,832	279	292	1,445
50	Cuenca Huancane	17%	18	-	-	-	-
51	Cuenca Inambari	17%	50	19	7	0	0
52	Intercuenca 49793	15%	1	-	-	-	-
53	Cuenca Urubamba	13%	47	245	48	2	50
54	Intercuenca Alto Apurimac	13%	30	-	-	-	-
55	Cuenca Aguayta	13%	11	31	6	1	0
56	Cuenca Zaña	12%	6	2,810	1,262	0	0
57	Cuenca Pachitea	12%	15	5,492	1,098	5	134
58	Cuenca Camana	11%	5	6,841	1,673	284	200
59	Cuenca Piura + Chira	10%	5	189,078	37,414	27	231
60	Ramis, Puraca and Azangaro	10%	3	-	-	-	-
61	Intercuenca Alto Marañon II	10%	0	-	-	-	-
62	Cuenca Honda	10%	0	-	-	-	-

\* : 一世帯あたりの人数を5.0人と仮定して算出している。

① 1/30～3/20の被害報告合計（本調査による経済評価が高い62流域）
② 1/30～3/20の被害報告合計（上記以外の流域）
③ 1/30～3/20の被害報告合計（全流域）（=①+②）
① / ③ (%)

512,496	99,425	6,706	4,973
77,011	15,487	270	2,249
589,507	114,912	6,976	7,222
86.9%	86.5%	96.1%	68.9%

注記： 赤色のフォントの流域は本調査で治水事業実施優先地域として提案した流域

青色のフォント流域は、JICAが円借款事業として治水事業を実施する3流域

また本調査で個別流域の経済性評価の際に使用している、年平均被害軽減額が高い河川流域（上位50流域）と、2017年1月から3月にかけて各流域で実際に発生した洪水被害状況を併記して表 添付資料 8-7-2 として示す。この際 Rimac 川については、本調査結果による年平均被害軽減額は大きくないものの、優先対策流域として位置づけられていること、治水事業の経済性が高いこと、並びに実際の被害発生状況が顕著であることから上位50流域と同様の整理を行っている。

表 添付資料 8-7-2 本調査による159流域の年平均被害軽減額と実際の洪水被害状況との比較

本調査による159流域の年平均被害軽減額（上位50流域 + Rimac 川）

1/30～3/20の災害レポート（INDECI）に基づく情報整理結果

Rank	Rio	年平均被害軽減額 (S/. Million)	N of Person Affected *	N of House Affected	Road Affected (km)	Agricultural Area Affected (ha)
1	Huallaga	1015	16,843	4,153	0	20
2	Cuenca Quilca - Vitor - Chili	480	5,292	1,077	55	92
3	Cuenca Urubamba	421	245	48	2	50
4	Cuenca Nanay	320	-	-	-	-
5	Intercuenca 49917	299	-	-	-	-
6	Cuenca Perene	247	307	77	33	5
7	Intercuenca Alto Apurimac	225	751	153	2	17
8	Cuenca Ica	176	100,488	21,794	1	0
9	Cuenca Santa	163	9,478	2,058	3,784	760
10	Cuenca Chancay-Lambayeque	119	20,091	4,002	0	26
11	Cuenca Pachitea	96	5,492	1,098	5	134
12	Cuenca Itaya	92	2,189	571	0	0
13	Cuenca Inambari	87	19	7	0	0
14	Cuenca Moche	85	1,109	149	15	0
15	Cuenca Jequetepeque	76	-	-	-	-
16	Cuenca Caplina	76	-	-	-	-

Rank	Rio	年平均被害軽減額 (S/. Million)	N of Person Affected *	N of House Affected	Road Affected (km)	Agricultural Area Affected (ha)
17	Cuenca Lacramarca	75	-	-	-	-
18	Ramis, Puraca and Azangaro	70	-	-	-	-
19	Cuenca Chicama	70	424	89	1	154
20	Cuenca Cascajal	70	-	-	-	-
21	Cuenca Motupe	66	15,921	3,229	5	0
22	Cuenca Chaman	64	441	199	13	10
23	Intercuenca 49955	62	-	-	-	-
24	Cuenca Coata	61	-	-	-	-
25	Cuenca Casma	55	15,926	3,845	162	307
26	Cuenca Piura + Chira	52	189,078	37,414	27	231
27	Cuenca Grande	47	38,924	9,430	4	0
28	Cuenca Camana	46	6,841	1,673	284	200
29	Intercuenca Alto Marañon I	46	-	-	-	-
30	Cuenca Chancay - Huaral	43	2,100	109	255	10
31	Cuenca Zaña	42	2,810	1,262	0	0
32	Cuenca Huaura	42	565	82	262	65
33	Intercuenca 4977	42	-	-	-	-
34	Cuenca Aguayta	41	31	6	1	0
35	Intercuenca 49913	39	-	-	-	-
36	Intercuenca Bajo Apurimac	39	-	-	-	-
37	Cuenca Tambo	35	0	0	1	70
38	Cuenca Viru	34	-	-	-	-
39	Cuenca Ocoña	30	3,322	647	94	1,168
40	Cuenca Tambopata	28	-	-	-	-
41	Cuenca Pativilca	25	1,001	235	96	159
42	Cuenca Ilo - Moquegua	25	32	16	0	0
43	Cuenca Cañete	24	33,832	279	292	1,445
44	Cuenca Mala	21	350	70	1	0
45	Cuenca Pisco	21	9,528	2,178	170	102
46	Cuenca Mantaro	21	13,064	2,417	495	496
47	Cuenca Ilave	20	-	-	-	-
48	Cuenca Chincha (San Juan)	20	1,308	262	0	0
49	Cuenca Nepeña	20	921	154	1	0
50	Cuenca Huancane	18	-	-	-	-
91	Cuenca Rimac	1	26,151	3,517	334	59
①	1/30~3/20の被害報告合計 (50流域+Rimac川)		524,874	102,300	6,393	5,579
②	1/30~3/20の被害報告合計 (上記以外の流域)		64,633	12,612	583	1,643
③	1/30~3/20の被害報告合計 (全流域) (=①+②)		589,507	114,912	6,976	7,222
	① / ③ (%)		89.0%	89.0%	91.6%	77.3%

注記： 赤色のフォントの流域は本調査で治水事業実施優先地域として提案した流域

青色のフォント流域は、JICA が円借款事業として治水事業を実施する3流域

上記の結果、今回発生した洪水被害のほとんどは、本調査にて治水事業の経済性指標が高いとみなす62流域（概算の事業 EIRR が10%を上回る流域）に含まれている。具体的には、整理期間内のすべての災害被害者数のうちの約87%、被災家屋数のうちの約87%、被災道路延長のうちの約96%、被災農地面積のうちの約69%がこれらの62流域に含まれている。

1洪水だけの洪水被害集計結果に基づき治水事業の優先度を図ることは難しいが、今回実際に発生した洪水被害との比較によって、本調査結果の方向性が正しかったことを示している1つの論証となった。

添付資料-9-1

セミナー調査団調査結果説明資料プレゼン

# Estudio Básico de la Demanda de Control de Inundaciones en la República del Perú

## Resumen del Resultado del Estudio

Mayo 11, 2017

Equipo de Estudio JICA

Resumen del Estudio y Contenidos del Informe de Progreso

1. Propósitos del Estudio

Capítulo 1 Descripción General del Estudio

### **(1) Identificación de Proyectos de Control de Inundación para Cuencas Prioritarias**

**(1) – A Cuencas prioritarias: Seleccionar de entre las 159 cuencas hidrográficas de Perú identificadas por la ANA, las cuencas que requieran de atenciones prioritarias por tener altos riesgos a inundaciones**

**(1) – B Identificar, a través de relevamientos de campo, análisis de inundaciones y la elaboración del borrador del Plan de Recuperación del Cauce, la demanda de prevención de inundaciones integral y de mediano plazo que comprendan también el contenido, costo y el efecto cuantitativo del proyecto para la prevención de las inundaciones.**

添付-9-2

1. Propósitos del Estudio

Capítulo 1 Descripción General del Estudio

### **(2) Identificación de Necesidades y Evaluación Económica Estimada de Proyectos de Control de Inundación en todo el Peru**

**(2) – A Clasificación de Tipos de Cuencas de Río en el Perú basado en Condiciones Naturales y Económicas**

**(2) – B Selección de Cuenca Modelo por cada Tipo de Cuenca**

**(2) – C Identificación de Necesidades y Evaluación Económica Estimada de Proyectos de Control de Inundación para la Cuenca Modelo basado en el Análisis de Lluvia y Simulación de Inundación**

**(2) – D Extrapolación de Necesidades y Evaluación Económica Estimada de Proyectos de Control de Inundación para todas las Cuencas**

1. Propósitos del Estudio

Capítulo 1 Descripción General del Estudio

### **(3) Elaborar además las Normas Técnicas (borrador)**

para la prevención de inundaciones que tenga un enfoque de gestión integral del recurso hídrico, tomando como referencia los materiales y documentos técnicos disponibles y acumulados hasta la fecha en Japón.

### **(4) Taller y Seminario (Abril 2017)**

Talleres: la profundización de la comprensión del concepto teórico sobre la prevención de las inundaciones, primero, mediante el fortalecimiento de los conocimientos y habilidades de los técnicos adscritos a la ANA/AAA sobre el mecanismo de generación de inundaciones, segundo, con imágenes satelitales, y tercero, mediante la presentación del modelo de análisis de Japón así como los resultados obtenidos con dicho modelo.

Seminario: Socializar el contenido del Borrador del Informe Final mediante la organización de un seminario dirigidos a las organizaciones del lado peruano y Donantes Bilaterales.



## 4. Resumen de Datos Originales Recolectados para el Estudio

### Capítulo 2 Documentos y datos recopilados

Estado de recopilación de datos en la primera y segunda etapa de estudio en el Perú

Concepto	Detalle	Organización donde se recopilaron datos
Mapa	División administrativa	ANA
	Principales ciudades	ANA
	Carreteras	ANA
	Ferrocarriles	ANA
	Jurisdicción de la ANA	ANA
	Carta topográfica	Carta topográfica (1/100,000)
Datos de altura	SRTM (90m)	USGS
	ASTER (30m)	USGS
Mapa hidrográfico	Mapas de las 159 cuencas	ANA
	Red de cursos fluviales	ANA
Mapa de uso de suelos	Mapa de cobertura de la tierra	ANA
Mapa de inundaciones	Uso de suelos	GLCC
	Zonas propensas a inundaciones (Puntos críticos)	ANA
Datos de precipitación	Nationwide Precipitation Data Managed by SENAMHI	SENAMHI
Datos de monitoreo de caudal, datos de nivel de agua	Nationwide Flow Data and River Water Level Managed by ANA	ANA
Estadística socioeconómica (distribución de la población, distribución de activos, etc.)	Nationwide Statistical Information on Population and Economical Indicators Managed by INEI	INEI

## Cuenca de Río seleccionada como “Cuenca de Río Prioritario”

### Capítulo 3 Selección de las Cuencas Prioritarias

**【Paso 1】** Análisis de la vulnerabilidad de las 159 cuencas  
 Establecimiento de 9 indicadores de evaluación  
 Cálculo del valor del indicador por cada indicador de evaluación  
 Cálculo de la suma de 9 indicadores (Evaluación de la vulnerabilidad ante desastres por agua)  
 ⇒ Mientras mayor es la suma, más alta es la vulnerabilidad

**【Paso 2】** Cuencas prioritarias que considera el lado peruano  
 Comprensión de las cuencas prioritarias que consideran la ANA, el INDECI y el CENEPRED  
 Se define el valor del indicador de la siguiente manera: Cuencas recomendadas por la ANA (8 cuencas) y el INDECI (11 cuencas): 1, Otras cuencas: 0, 3 cuencas clasificadas por el CENEPRED como cuencas con “alto riesgo de inundaciones”: 2, Otras cuencas: 0

**【Establecimiento de las cuencas prioritarias】**  
 Evaluación integral= Suma de los valores de los indicadores del paso 1+Suma de los valores de los indicadores del paso 2  
 ✖Proponer como cuencas candidatas las que hayan conseguido alta evaluación integral

Procedimiento de selección de las cuencas candidatas

添付-9-4

### Capítulo 3 Selección de las Cuencas Prioritarias

**【Paso 1】** Indicadores de evaluación de la vulnerabilidad

Indicador de evaluación	Fuente de los datos
Nº Detalle	
1 Número de casos de inundaciones en el pasado	INDECI (2003~2015)
2 Número de damnificados por inundaciones en el pasado	ANA (2014 survey result)
3 PBI (Agricultura, silvicultura y pesca)	Department PBI by INEI (2013)
4 PBI (Minería)	
5 PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	
6 PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	
7 Población	INEI
8 Densidad demográfica	
9 Principales ciudades	CEPLAN

**【Paso 2】** Cuencas recomendadas/cuencas con alto riesgo según el resultado del análisis del riesgo por 3 entidades del lado peruano

No.	Cuencas recomendadas por la ANA (9 cuencas)	Cuencas recomendadas por el INDECI (11 cuencas)	Cuencas recomendadas por el CENEPRED (3 cuencas)
1	Rimac	Mantaro	Piura
2	Piura-Chira	Intercuenca Alto Apurimac	Huallga
3	Huallga	Pampas	Urubamba
4	Tumbes	Urubamba	
5	Mantaro	Intercuenca Alto Marañon V	
6	Urubamba	Mayo	
7	Ica	Piura	
8	Ramis	Perene	
9		Rimac	
10		Crisnejas	
11		Coata	

### Capítulo 3 Selección de las Cuencas Prioritarias

Resultado de la suma de valores de evaluación (18 primeras cuencas)

Puesto	Nombre de la cuenca	Punto total del paso 1	Punto total del paso 2	Suma de los valores de evaluación
1	Cuenca Piura	35	4	39
2	Cuenca Rimac	35	2	37
2	Cuenca Urubamba	33	4	37
4	Cuenca Quilca - Vitor - Chili	35	0	35
4	Cuenca Chira	34	1	35
4	Huallga	32	3	35
7	Cuenca Mantaro	32	2	34
8	Cuenca Ica	32	1	33
9	Cuenca Santa	32	0	32
9	Cuenca Crisnejas	31	1	32
9	Cuenca Perene	31	1	32
9	Intercuenca Alto Apurimac	32	0	32
13	Intercuenca Alto Marañon V	30	1	31
13	Cuenca Pampas	30	1	31
15	Cuenca Chicama	29	0	29
15	Cuenca Tumbes	28	1	29
15	Cuenca Coata	28	1	29
18	Cuenca Camana	28	0	28
18	Cuenca Chancay - Huaral	28	0	28
18	Cuenca Moche	28	0	28
18	Cuenca Inambari	28	0	28
18	Cuenca Mayo	27	1	28
18	Cuenca Chamaya	28	0	28
18	Intercuenca Alto Marañon IV	28	0	28
18	Ramis	28	0	28



Selección de las cuencas modelo

**【Criterio de selección 1】**

Si una cuenca candidata para cuencas prioritarias (6 cuencas candidatas) está en el tipo, será seleccionada como cuenca modelo.

**【Criterio de selección 2】**

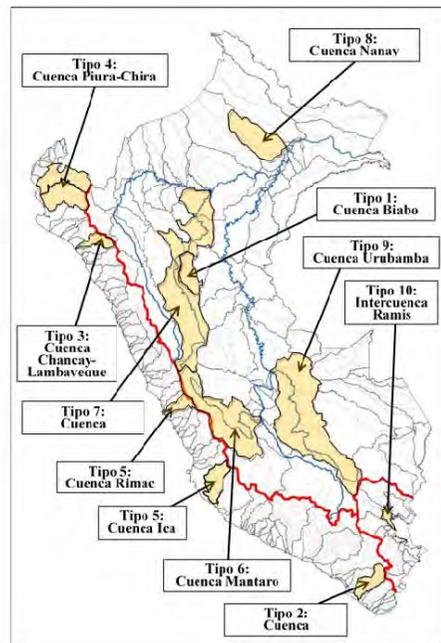
En caso de que no haya cuencas que correspondan al criterio 1 arriba descrito, si una cuenca recomendada por la ANA o el INDECI está en el tipo, será seleccionada como cuenca modelo.

**【Criterio de selección 3】**

En caso de que no haya cuencas que correspondan a los criterios 1 y 2 arriba descritos, se seleccionará como cuenca modelo una cuenca sobre la cual se hayan recopilado suficientes datos.

Resultado de la selección de las cuencas modelo

Tipo	Características	No de cuencas	Cuenca modelo
1	Poca población y bajo PBI per cápita	57	Biabo
2	Poca población, pero alto PBI per cápita. La principal industria es la industria secundaria.	30	Locumba
3	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	7	Chancay-Lambayque
4	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y poca precipitación. La principal industria es la industria terciaria.	3	Piura-Chira
5	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y alto PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	24	Rimac
5	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.		Ica
6	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y mucha precipitación.	9	Mantaro
7	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y mucha precipitación. Pocos casos de desastres de sedimentos	8	Huallaga
8	Principalmente topografía abrupta a lo largo de los Andes. La principal industria es la industria secundaria.	7	Nanay
9	Sistema hidrográfico del Titicaca. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación. La principal industria es la industria primaria.	4	Urubamba
10	Poca población y bajo PBI per cápita	6	Ramis



Ubicación de las cuencas modelo

5.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

Tabla 5.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

No.	Escala de probabilidad (Período de reparación)
1	2 años
2	5 años
3	10 años
4	25 años
5	50 años
6	100 años

5.2 Duración de la precipitación de diseño

A partir de 2014 el SENAMHI acumula datos de monitoreo de precipitación por hora, pero todavía el período de acumulación es corto para analizar la precipitación de diseño que se aproveche para el plan de control de inundaciones. Por consiguiente, se utilizan datos de precipitación diaria cuyo período de acumulación es largo, así que la duración de la precipitación de diseño estará basada en la precipitación diaria. La duración de la precipitación de diseño se determinará por uno de los siguientes métodos de acuerdo con las características de la cuenca y/o el estado de ordenamiento de los datos.

## Capítulo 5 Análisis de la precipitación

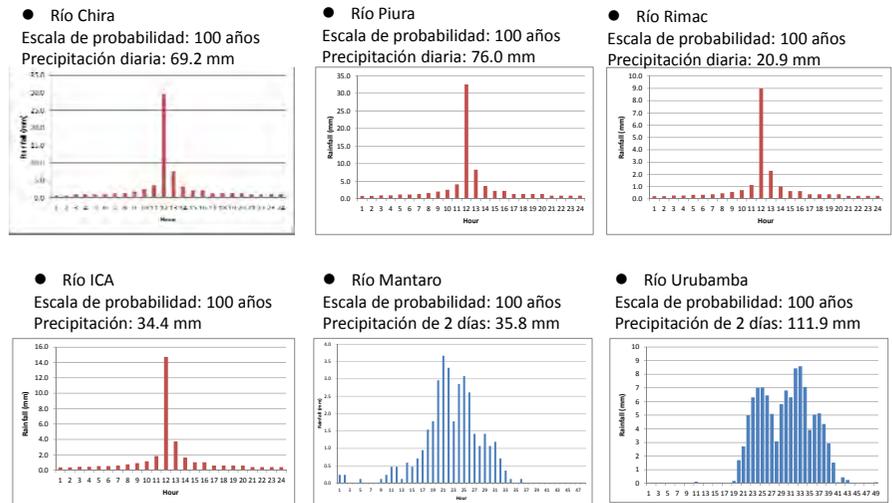
### 5.3 Cálculo del promedio de precipitación mayor del año

Tabla 5.2 Resultado del cálculo de precipitación según la escala de probabilidad

Nombre del río	Duración de precipitación (Horas)	Precipitación total durante la duración (mm)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Chira	24	23.2	34.1	41.8	52.3	60.5	69.2
Piura	24	21.0	33.9	43.1	55.6	65.6	76.0
Rimac	24	9.2	12.0	14.0	16.7	18.8	20.9
Ica	24	7.6	11.7	15.4	21.5	27.3	34.4
Quilca-Vitor-Chili	24	9.4	12.9	15.4	18.8	21.6	24.6
Mantaro	48	21.7	25.5	28.0	31.1	33.5	35.8
Urubamba	48	42.4	61.0	73.3	88.9	100.5	111.9
Huallaga	384	233.0	268.6	289.2	312.9	329.1	344.4
Biabo	48	93.5	123.0	141.9	165.1	181.9	198.4
Locumba	24	8.4	12.0	14.3	17.4	19.6	21.8
Chancay-Lambayeque	24	36.6	47.5	54.6	63.4	69.8	76.1
Nanay	144	79.9	109.5	129.0	153.5	171.6	189.7
Ramis	72	52.8	59.9	64.0	68.6	71.8	74.8

## Capítulo 5 Análisis de la precipitación

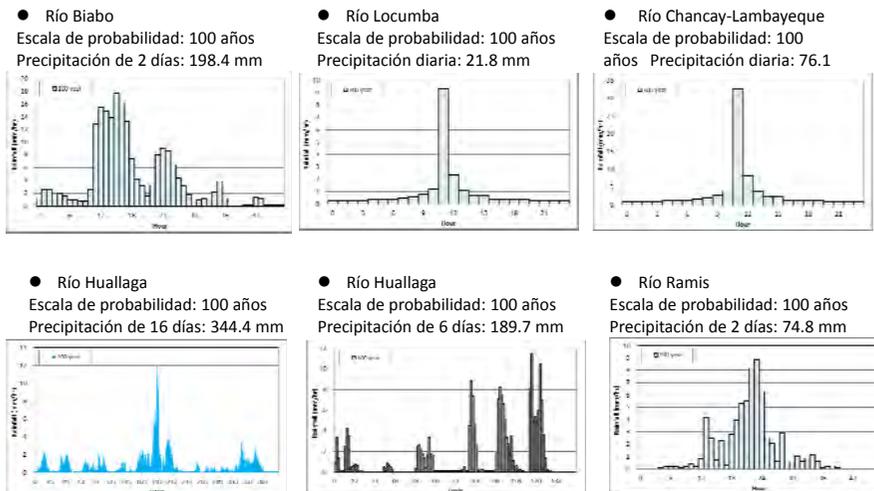
### 5.3 Pluviograma de precipitación de 100 años-1



添付-9-7

## Capítulo 5 Análisis de la precipitación

### 5.3 Pluviograma de precipitación de 100 años-2



## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Escurrentía

### 7.1 Políticas Básicas para el análisis de la Inundación-Escurrentía

- Representar adecuadamente la inundación y la escurrentía originadas por las crecidas de los ríos montañosos, debido a que casi todas las cuencas de la vertiente del pacífico se extienden desde una vertiente empinada hacia la llanura plana (abanico aluvial).
- Representar adecuadamente las características de la inundación y de la escurrentía y del fenómeno de inundaciones en las cuencas de grandes extensiones con importantes remansos naturales como la Cuenca del Amazonas.
- Poder analizar el fenómeno de inundaciones incluso en los ríos sobre los cuales no existen datos de corte transversal.
- Considerar el aprovechamiento de los datos globales (datos de satélite sobre elevación y datos de cobertura de tierra, etc.) debido a que en algunas cuencas objeto del análisis se carece de datos de observaciones hidrológicas (precipitación, nivel de agua y caudal) e información topográfica.
- Utilizar un software de fácil uso y excelente operatividad para que los funcionarios de la ANA puedan realizar en el futuro desde su propia perspectiva los análisis que contribuyan a las decisiones de las políticas.

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.1 Políticas Básicas para el análisis de la Inundación-Esorrentía

Tomando en cuenta los requisitos arriba mencionados, se plantea como base el uso del Modelo de Lluvia-Esorrentía-Inundación (Modelo RRI) desarrollado y mantenido por el Centro Internacional de Desastres de Agua y Gestión de Riesgos (ICHARM) de Japón.

El Modelo RRI es un modelo distribuido que analiza de manera integrada el proceso desde la esorrentía del río hasta la inundación teniendo como datos de entrada la precipitación.

Analizar la esorrentía de aguas pluviales y el fenómeno de inundaciones de manera integrada sobre una misma malla de cálculo en 2D, permite la representación del fenómeno de esorrentía-inundación en las zonas de llanura baja, que resulta difícil reproducirlo con un modelo distribuido de esorrentía común. También es posible lograr un análisis de alta precisión aún en las zonas montañosas que albergan fondos de valles, determinando adecuadamente el tamaño de la malla de cálculo.

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.2 Lista de Casos de Simulación

Nombre del Río		Resolución (m × m)	Casos de Calculos (Periodo de Retorno)	Cuencas de Río Priorizadas	Cuencas de Río Modelo
(1)	Biabo	300m × 300m (10 sec)	2-años 5-años 10-años 25-años 50-años 100-años		•
(2)	Locumba	300m × 300m (10 sec)			•
(3)	Chancay-Lambayeque	900m × 900m (30 sec)			•
(4)	Huallaga	300m × 300m (10 sec)		•	•
(5)	Nanay	200m × 200m (6.6 sec)			•
(6)	Ramis	600m × 600m (20 sec)			•
(7)	Rimac	180m × 180m (6 sec)		•	•
(8)	Chira-Piura	180m × 180m (6 sec)		•	•
(9)	Urubamba	480m × 480m (16 sec)		•	•
(10)	Ica	180m × 180m (6 sec)		•	•
(11)	Mantaro	480m × 480m (16 sec)		•	•

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.3.2 Tasa Máxima Estimada de Flujo por Probabilidad de Ocurrencia en Locaciones Representativas

No.	Nombre del Río	Localidad representativa	Tasa de Flujo Máximo (m <sup>3</sup> /s)						Valores Referenciados a ser comparados (m <sup>3</sup> /s)
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
1	Biabo	Nuevo Lima	220	800	1,300	1,900	2,200	2,500	
2	Locumba	Locumba	90	200	230	260	350	420	
3	Chancay-Lambayeque	Pucala	600	900	1,000	1,200	1,300	1,400	
4	Huallaga	Yurimaguas	8,000	10,000	11,000	12,000	12,500	13,500	
5	Nanay	Pampachica	800	950	1,000	1,100	1,150	1,200	
6	Ramis	Taraco	650	800	850	900	950	1,000	
7	Rimac	Chosica	128	225	225	327	470	487	425 <sup>*1</sup> 100años
8	Chira	Ardilla							1,900
	Piura	Sanchez Cerro	425	1,250	1,900	2,730	3,140	3,300	3,800
9	Urubamba	Quillabamba	180	180	520	965	1,260	1,730	—
10	Ica	Achirana	40	130	165	360	410	600	561 <sup>*2</sup> 100años
11	Mantaro	Concepcion	200	350	375	423	500	525	—

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (1/4)

Nombre de Río	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Biabo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación ocurre frecuentemente en los tributarios.</li> <li>Para el canal principal, la inundación ocurre en secciones curvas y cerca de las secciones bajas localizadas en la confluencia con el Río Huallaga.</li> <li>Numero de Población en la totalidad de la Cuenca es baja y la mayoría de hogares están localizadas en el área de aguas abajo de la cuenca. Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales así como otros lugares económicamente importantes.</li> </ul>
Locumba	<ul style="list-style-type: none"> <li>El agua de inundación esta confinada a la orilla del río debido a las escarpadas condiciones topográficas y la extensión del área inundable es pequeña.</li> <li>Numero de Población en la totalidad de la Cuenca es baja y la mayoría de hogares está localizado aguas abajo Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales así como otros lugares de económicante importantes</li> </ul>
Chancay-Lambayeque	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte alta de la Cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla el río debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. Contrariamente, en la parte baja de la cuenca, hay zonas planas en donde el agua de la inundación se esparce fácilmente.</li> <li>De acuerdo al resultado de los análisis, algunas áreas pobladas se inundan. Por lo tanto, para estas zonas se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques.</li> </ul>

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (2/4)

Nombre de Río	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Huallaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>El área con mayor riesgo de inundación es la parte central de la Cuenca y alrededor del río Mayo.</li> <li>Se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques para el área poblada localizada en una zona de riesgo máximo de inundación. También, otras importantes infraestructuras de manufactura y transporte deberían de ser protegidas.</li> </ul>
Nanay	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación del río Nanay es causada básicamente por el remanso de las aguas del río Amazonas.</li> <li>Para la construcción de diques, se espera un alto costo de construcción. Por lo tanto, se espera la protección puntual inteligente del área poblada en los alrededores de la ciudad de Iquitos así como otros lugares de importancia económica.</li> </ul>
Ramís	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte alta de la Cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla del río debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. En la parte media de la Cuenca, existen áreas planas con población donde la inundación se esparce fácilmente. En la parte baja de la cuenca el riesgo de inundación no es alto.</li> <li>Se espera la protección puntual inteligente del área poblada de la ciudad así como otros lugares de importancia económica.</li> </ul>

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (3/4)

Nombre de Río	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Rimac	<ul style="list-style-type: none"> <li>La inundación esta limitada a la orilla del río debido a lo pronunciado de las condiciones topográficas.</li> <li>Aunque la extensión del área inundable es pequeña, hay algunas vías principales y la vía férrea, importantes para el transporte de alimentos y otros bienes, que podrían ser afectados. Se espera la protección puntual inteligente de estos lugares económicamente muy importantes.</li> </ul>
Chira	<ul style="list-style-type: none"> <li>La inundación es notable en la parte media y baja dela Cuenca.</li> <li>En el área poblada del distrito de Sullana y su parte baja, la inundación se esparce en las áreas planas contiguas al canal principal.</li> <li>Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas mencionadas.</li> </ul>
Piura	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte Alta de la Cuenca, la inundación es confiando a los lados del río debido a lo inclinado delas condiciones topográficas y que el área inundable sea pequeña. Contrariamente, en la parte baja dela Cuenca hay zonas planas donde la inundación fácilmente puede esparcirse.</li> <li>Se esperan medidas de protección en algunas de las áreas pobladas.</li> </ul>

添付-9-9

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (4/4)

Nombre de Río	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Urubamba	<ul style="list-style-type: none"> <li>La inundación esta limitada a la orilla del río debido a lo inclinado de las condiciones topográficas.</li> <li>Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas.</li> </ul>
Ica	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte media y baja de la Cuenca, el rango de la inundacion es pequeño y limitado a lo largo del río.</li> <li>Se esperan medidas de protección en algunos centros poblados así como para Ica.</li> <li>No solo hay áreas residenciales sino que también hay zonas agrícolas a lo largo del río.</li> <li>Se espera la construcción de diques extensos, ya que el riesgo de dispersión del agua de inundación es relativamente grande.</li> </ul>
Mantaro	<ul style="list-style-type: none"> <li>La inundación es notable en la parte media de la cuenca y en le tributario Cunas. En la parte baja de la cuenca, el agua de inundación esta limitada a la orilla del río y el área de inundación es pequeña.</li> <li>Se esperan las medidas de protección en algunas áreas pobladas de la parte media de la cuenca inclusive dentro del distrito de Huancayo.</li> </ul>

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

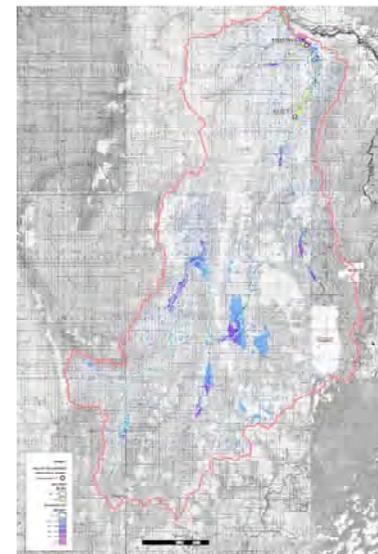


Figura Río Biabo Inundación con período de retorno de 100 año

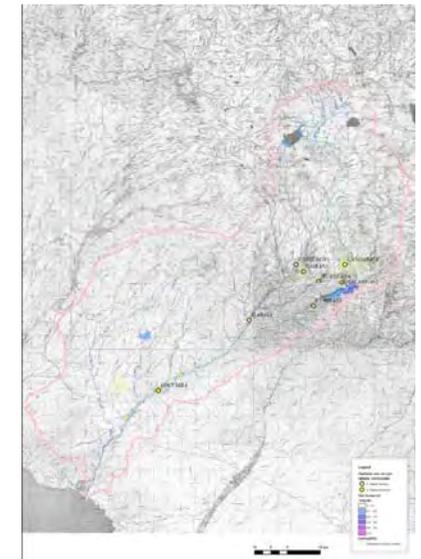


Figura Río Locumba Inundación con período de retorno de 100 año

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

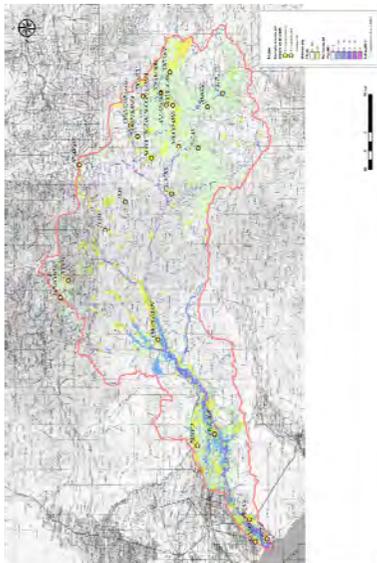


Figura Rio Chancay-Lambayeque Inundación con período de retorno de 100 año

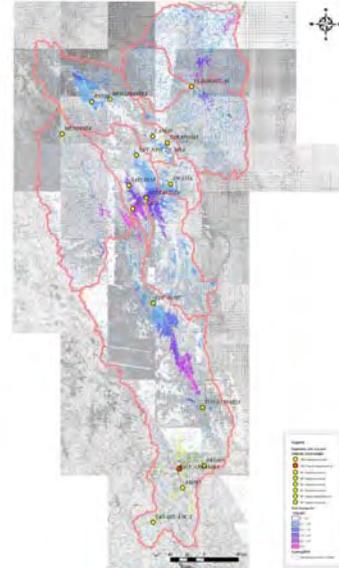


Figura Rio Huallaga Inundación con período de retorno de 100 año

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

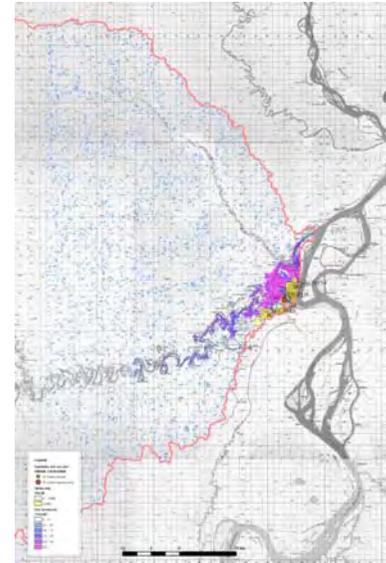


Figura Rio Nanay Inundación con período de retorno de 100 año

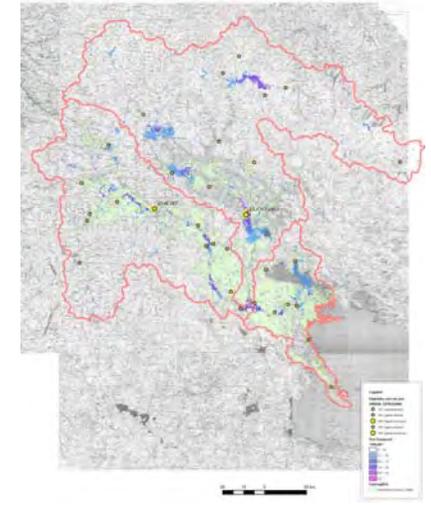


Figura Rio Ramis Inundación con período de retorno de 100 año

添付-9-10

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

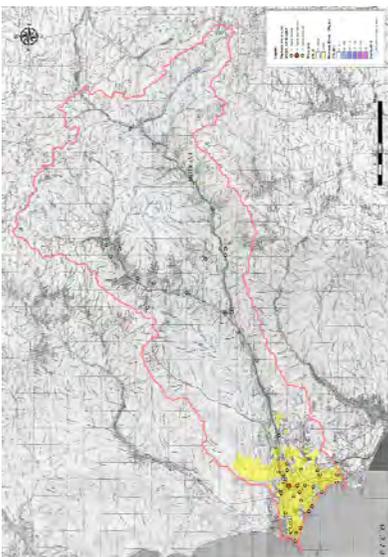


Figura Rio Rimac Inundación con período de retorno de 100 año

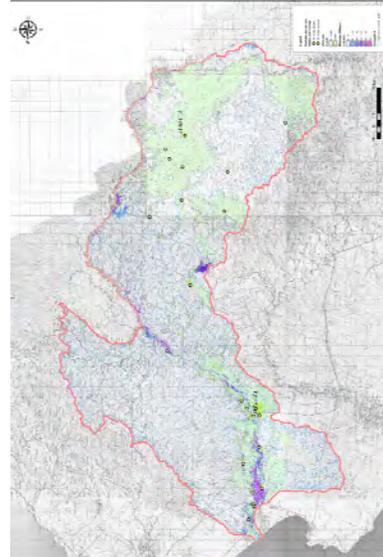


Figura Rio Chira Inundación con período de retorno de 100 año

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

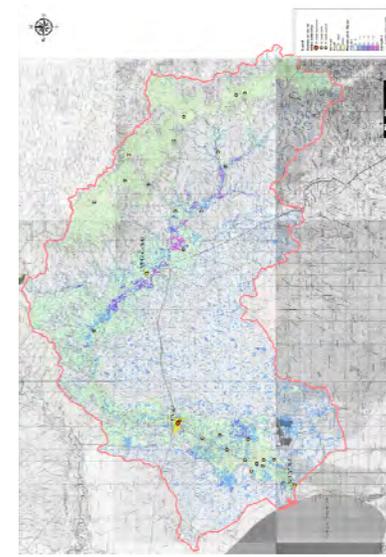


Figura Rio Piura Inundación con período de retorno de 100 año

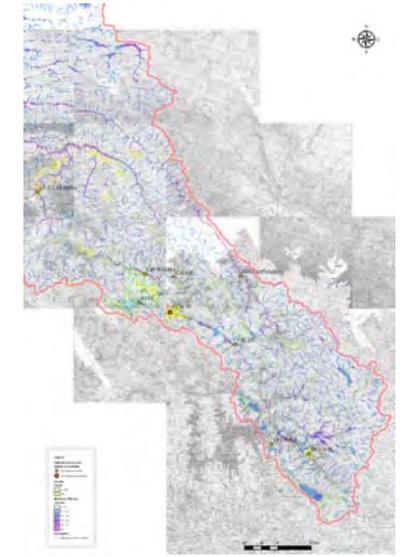


Figura Rio Urubamba Inundación con período de retorno de 100 año

## Capítulo 7 Análisis de la Inundación-Esorrentía

### 7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

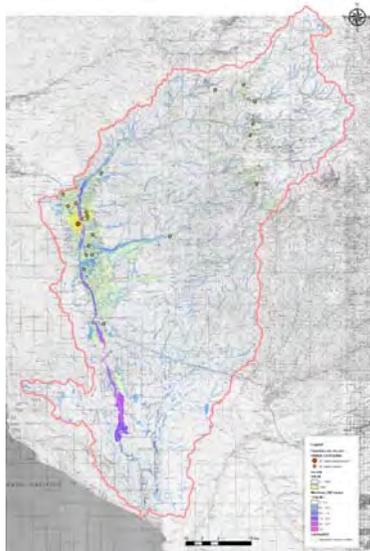


Figura Rio Ica Inundación con período de retorno de 100 año

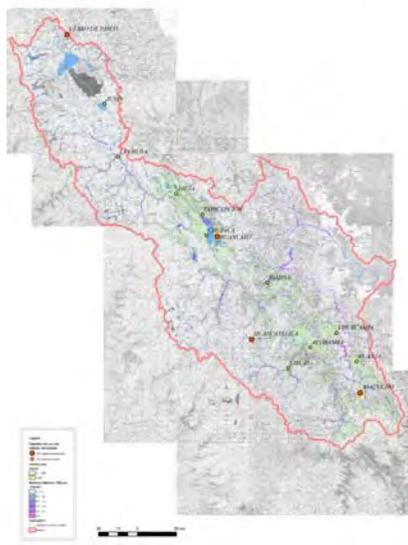


Figura Rio Mantaro Inundación con período de retorno de 100 año

## Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

## Capítulo 9 Formulación del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas prioritarias/Modelo

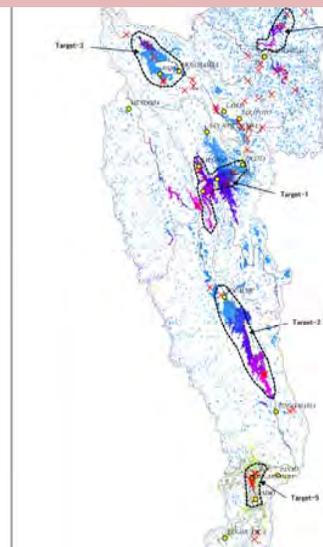


Tabla 9.3.41 Rio Hullaga Objetivo-1 (Aguas Arriba: Juanjui hacia Aguas abajo: Picota)

Descripción	Probabilidad de Inundación (Período de Retorno)		
	25-años	50-años	100-años
Descarga(m <sup>3</sup> /s)	6,300	6,500	6,800
Ancho del Rio (m)	380→380 (±0)		
Altura del Dique (m) (W.L exceso+ distancia)	2.1 (0.6+1.5)	2.2 (0.7+1.5)	2.3 (0.8+1.5)
Longitud del Dique(km)	89.0	91.0	93.0
Velocidad Promedio de Flujo (m/s)	0.98	1.01	1.04
Ancho de Corona de Dique (m)	6	6	6
Gradiente de Pendiente de Dique (V:H)	1:3.0	1:3.0	1:3.0
Req. Diámetro de Revestimiento (m)	0.3	0.3	0.3

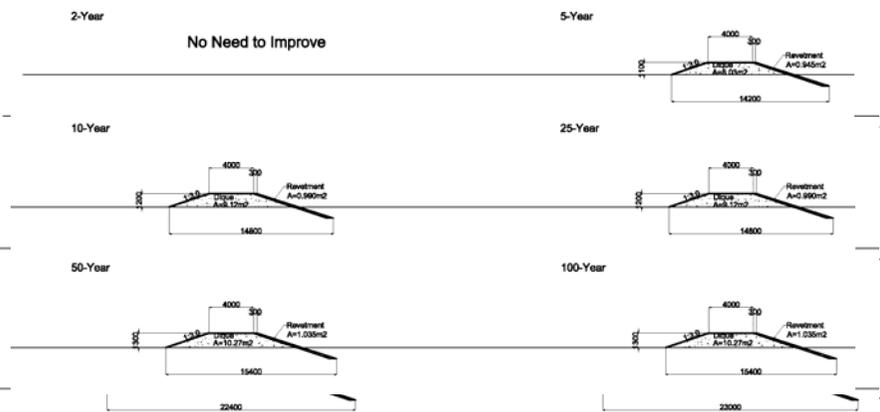
添付-9-11

## Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

## Capítulo 9 Formulación del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas prioritarias/Modelo

### Huallaga : Alternative-1

Huallaga: Target-3



## Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

## Evaluación Económica Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en Prioritized Projects

Condiciones para la Estimación:

- Factor de Intercambio de Costo Financiero a Costo Social: 0.85
- Costos de Adquisición de Tierra y Relocación de viviendas : 6% of Construction Cost (Based on Previous Studies of JICA)
- Los Beneficios son costos evitados para la Mitigación de daños a la agricultura, a las viviendas, a las Infraestructuras y las personas debido a la inundación y para el Control de la Erosión en cada Punto Critico

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tipo	No. de Ríos	Modelo de Río por Tipo	Alternativa	Medidas de Control de Inundación *3			
				R.I	R.B.	C.D.O	H.R
1	57	Biabo	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓	✓		
2	30	Locumba	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓			
3	7	Chancay-Lambayeque	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓		✓	
4	3	Piura*1	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓	✓		
		Chira*1	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓		✓	
5	24	Rimac*1	Alt-1	✓			
		Ica*1	Alt-1	✓		✓	
6	9	Mantaro*1	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓		✓	
7	8	Huallaga*1	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓	✓		
8	7	Nanay	Alt-1	✓			
			Alt-2				✓
9	4	Urubamba*1	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓	✓		
10	6	Ramis*2	Alt-1	✓			
			Alt-2	✓	✓		

R.I.: Mejoramiento de Río (Ensanchamiento, Dique, Durmientes y Revestimientos) / R.B.: Cuenca de Retardo / C.D.O.: Cambio de Operación de Presa / H.R.: Re Ubicación de casa / Re asentamiento

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.22 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para Ríos Piura-Chira

Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	21,698 km <sup>2</sup>					
	Población	1,449 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	1.0M	2.1M	3.8M	8.2M	14.4M	16.2M
	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0.1M	0.5M	4.7M	114M	22.5M	33.8M
Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	1.1M	2.6M	8.5M	19.6M	36.9M	50.0M
	Evaluación de Proyecto*1	TIRS	13.14M	48.04M	87.88M	160.69M	241.20M
Evaluación de Proyecto*1	VANS	2.44M	2.99M	3.54M	4.38M	4.95M	5.38M
	B/C	31%	20%	15%	10%	10%	4%

添付-9-12

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.23 Resumen de Proyecto de Control de Inundación del Río Rimac

Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	3,504 km <sup>2</sup>					
	Población	5,579 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	0.5M	0.7M	0.7M	0.7M	1.0M	1.0M
	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0.74M	1.83M	1.98M	2.20M	2.62M	3.07M
Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	2.44M	2.99M	3.54M	4.38M	4.95M	5.38M
	Evaluación de Proyecto*1	TIRS	43%	43%	44%	42%	40%
Evaluación de Proyecto*1	VANS	35M	36M	36M	36M	35M	35M
	B/C	5.9	5.8	5.8	5.5	5.1	4.9

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.24 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Ica

Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	7,341 km <sup>2</sup>					
	Población	354 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	0M	0M	42M	106M	118M	170M
	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0M	0M	1M	18M	39M	137M
Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	0M	0M	10M	14M	16M	18M
	Evaluación de Proyecto*1	TIRS	54%	158%	230%	92%	57%
Evaluación de Proyecto*1	VANS	33M	71M	97M	116M	117M	65M
	B/C	7.2	14.5	18.1	7.6	4.7	1.7

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.25 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Mantaro

Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	34,547 km <sup>2</sup>					
	Población	1,681 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	6M	14M	16M	16M	16M	17M
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	36M	71M	72M	77M	91M	119M
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	2M	5M	6M	7M	7M	8M
Evaluacion de Proyecto*1	TIRS	21%	18%	20%	19%	19%	13%
	VANS	30M	32M	42M	42M	42M	16M
	B/C	1.9	1.6	1.7	1.7	1.6	1.2

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.25 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Huallaga

Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	55,109 km <sup>2</sup>					
	Población	1,036 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	234M	449M	537M	680M	780M	864M
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	325M	506M	625M	771M	835M	906M
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	70M	172M	222M	258M	273M	281M
Evaluacion de Proyecto*1	TIRS	37%	54%	56%	53%	52%	50%
	VANS	355M	809M	1,023M	1,013M	1,035M	962M
	B/C	1.5	4.7	4.8	4.8	4.7	4.6

添付-9-13

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Tabla 13.1.27 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Urubamba

Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	59,071 km <sup>2</sup>					
	Población	961,000 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	21.6M	27.5M	144.2M	270.8M	320.9M	421.2M
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	3.6M	3.6M	86.0M	266.4M	398.7M	484.1M
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	6.5M	13.8M	22.4M	34.9M	40.8M	44.5M
Evaluacion de Proyecto*1	TIRS	99%	193%	33%	17%	13%	12%
	VANS	76M	125M	116M	77M	47M	25M
	B/C	9.4	14.9	2.6	1.5	1.2	1.1

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

1. **Costos** de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Condiciones para la estimación:

- **Tramos Objetivos: Cursos Principales del Rio en las 159 Cuencas de Rio**
- **Desastre Objetivo: Inundaciones (Excepto por Huayco en Quebradas)**
- **Como? (Metodologia-1)**
  - ◆ **Categorización en 10 Tipos (11 Ríos como Modelo)**
  - ◆ **Simulación de Inundaciones por RRI para 10 Tipos (11 Rios)**
  - ◆ **Selección de secciones Objetivo a ser protegidas en cada uno de los Ríos Modelo**
  - ◆ **Consideraciones sobre la Altura y Dimensiones del Dique**
  - ◆ **Costo Estimado para cada Rio Modelo**
- **Como? (Metodologia-2)**
  - ◆ **Extrapolación a otros Ríos de Cada Tipo**
    - **por Ratio de Área de Cuenca de cada Rio (Parametro-1)**
    - **por Ratio de la Longitud de Tramo Principal de cada Rio (Parametro-2)**
    - **por Ratio de Población en cada Rio (Parametro-3)**
    - **por Ratio de numero de Puntos Críticos en cada Rio (Parametro-4)**

## Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

### 1. Costos de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.1 Costo Total Asumido para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas

Unidad: S/. Millones

Hipótesis Basada en la Estimación para Cuenca de Río Modelo	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno)					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Extrapolación por Ratio de Área de Cuenca	938.2	1,874.9	2,683.6	4,234.6	5,865.3	8,583.5
Extrapolación por Ratio de Longitud de Tramo Principal	842.6	1,673.5	2,414.0	3,775.3	5,059.7	7,391.6
Extrapolación por Ratio de Población	669.6	1,411.0	2,039.0	3,055.9	3,988.3	5,306.8
Extrapolación por Ratio de número de Puntos Críticos	759.2	1,734.6	2,550.2	3,944.1	5,234.7	7,407.2

## Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

### 2. Beneficios de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Condiciones para la Estimación:

- **Tramos Objetivo: Cursos Principales del Río en las 159 Cuencas**
- **Desastre Objetivo: Inundaciones (Excepto por Huayco en Quebradas)**
- **Como? (Metodología-1)**
  - ◆ **Categorización en 10 Tipos (11 Ríos como Modelo)**
  - ◆ **Simulación de Inundaciones por RRI para 10 Tipos (11 Ríos)**
  - ◆ **Selección de secciones Objetivo a ser protegidas en cada uno de los Ríos Modelo**
  - ◆ **Estimación de Daños**
    - **A. Daños Agrícolas y Danos de Viviendas**
    - **B. Daños a Infraestructura (Porcentaje de "A")**
    - **C. Daños a Personas Afectadas**
  - ◆ **Estimado para el Beneficio Anual Promedio de Proyecto de Control de Inundación**
  - ◆ **Consideración de Puntos Críticos como de Control de Erosión**
- **Como? (Metodología-2)**
  - ◆ **Extrapolación a otros Ríos en cada Tipo**
    - **por Ratio de Área de Cuenca de cada Río (Parametro-1)**
    - **por Ratio de la Longitud de Tramo Principal de cada Río (Parametro-2)**
    - **por Ratio de Población en cada Río (Parametro-3)**
    - **por Ratio de numero de Puntos Críticos en cada Río (Parametro-4)**

添付-9-14

## Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

### 2. Beneficios de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.2 Beneficio Total Asumido para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas (Beneficio: Cantidad Anual Esperada de Mitigación a Daños)

Unidad: S/. Millon

Hipótesis Basada en la estimación para Cuenca de Río Modelo	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno)					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Extrapolación por Ratio de Área de Cuenca	241.3	653.9	904.2	1,114.3	1,208.1	1,265.6
Extrapolación por Ratio de Longitud de Tramo Principal	213.1	578.4	806.6	996.6	1,081.5	1,133.4
Extrapolación por Ratio de Población	165.2	416.2	568.9	688.2	739.6	770.6
Extrapolación por Ratio de número de Puntos Críticos	184.9	509.2	703.7	871.9	947.2	993.1

\* Beneficios por el Control de Erosion en Cada punto Critico no esta Incluido.

## Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

### 3. Evaluación Económica Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla Evaluación Económica de Proyectos de Control de Inundación en los Principales Ríos del Perú

Caso	Hipótesis por Extrapolación		Índice	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno)					
	Costo de Proyecto	Beneficio		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	Área de Cuenca	Área de Cuenca	TIRS	37%	45%	44%	37%	31%	26%
			VANS	2,369M	3,887M	5,371M	5,161M	4,175M	3,269M
2	Longitud del Tramo Principal	Longitud del Tramo Principal	TIRS	37%	44%	42%	36%	32%	26%
			VANS	2,190M	3,623M	5,095M	4,435M	4,143M	3,187M
3	Población	Población	TIRS	36%	40%	38%	33%	29%	25%
			VANS	2,013M	2,939M	4,006M	3,637M	3,131M	2,818M
4	Puntos Críticos	Puntos Críticos	TIRS	35%	38%	36%	31%	28%	23%
			VANS	2,030M	3,013M	4,087M	3,514M	3,311M	2,606M
5	Longitud del Tramo Principal	Área de Cuenca	TIRS	40%	49%	47%	40%	35%	28%
			VANS	2,448M	4,182M	5,883M	5,156M	4,815M	3,728M
6	Población	Área de Cuenca	TIRS	46%	55%	53%	46%	40%	34%
			VANS	2,667M	4,542M	6,313M	6,006M	5,352M	4,857M
7	Puntos Críticos	Área de Cuenca	TIRS	42%	47%	45%	38%	34%	28%
			VANS	2,591M	4,140M	5,610M	4,928M	4,644M	3,716M
8	Área de Cuenca	Población	TIRS	30%	33%	32%	27%	23%	20%
			VANS	1,749M	2,445M	3,342M	3,094M	2,414M	1,833M

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

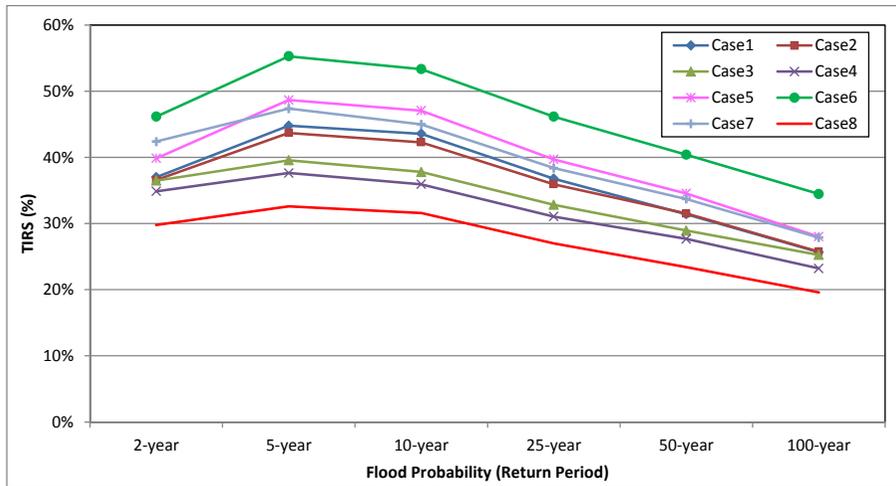
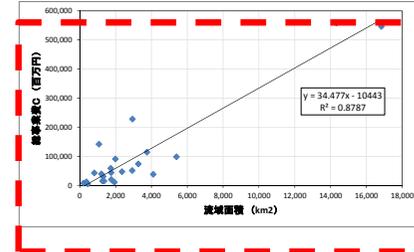


Figura 11.3.5 TIRs para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas

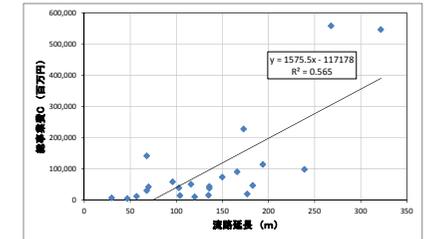
Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

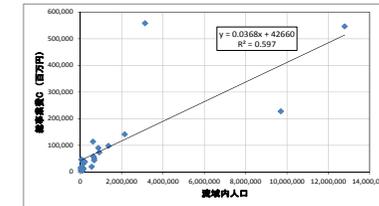
✓ Costo de Proyecto/ Área de Cuenca



Costo de Proyecto / Longitud del Tramo Princ.



✓ Costo del Proyecto / Población



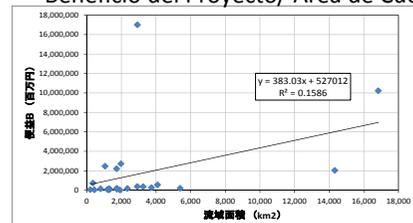
■ Relación entre Costo de Proyecto y Parámetro (Basado en Experiencia japonesa)

添付-9-15

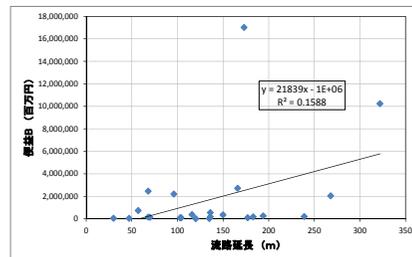
Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

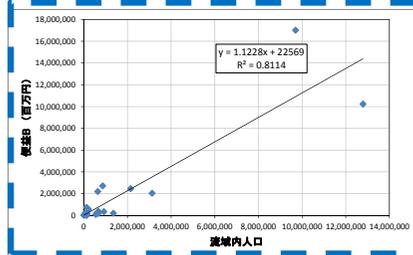
✓ Beneficio del Proyecto/ Área de Cuenca



Costo de Proyecto / Longitud del Tramo Princ.



✓ Costo del Proyecto / Población



■ Relación entre Beneficio del Proyecto y Parámetro (Basado en Experiencia Japonesa)

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.5 Resumen de Costos de Proyectos de Control de Inundaciones por Tipo (Parámetro: Área de Cuenca)

Tipo	Cuenca Modelo (No. de Cuencas de Rios)	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	Biabo (57)	0	21.9	95.8	393.0	1,043.3	1,644.1
2	Locumba (30)	0	0	31.4	39.9	62.4	98.4
3	Chancay-Lambayeque (7)	25.9	299.5	500.9	741.7	814.7	1,022.7
4	Piura & Chira (3)	12.1	44.3	81.0	148.1	222.3	537.1
5	Rimac & Ica (24)	12.8	18.8	25.4	218.8	460.3	1,538.8
6	Mantaro (9)	104.5	205.1	208.2	222.2	263.4	341.9
7	Huallaga (8)	539.0	839.9	1,037.7	1,279.6	1,385.7	1,502.3
8	Nanay (7)	190.7	257.7	295.4	378.3	476.6	517.2
9	Urubamba (4)	6.9	6.9	166.0	514.4	769.6	934.6
10	Ramis (6)	46.4	180.9	242.0	298.8	366.8	446.3
Total (159)		938.2	1,874.9	2,683.6	4,234.6	5,865.3	8,583.5

Nota: No incluye Costo para "Control de Erosión"

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tipo	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	TIRS	51%	27%	10%	-4%	-17%	-
	VANS	61M	58M	-2M	-269M	-720M	-
2	TIRS	51%	51%	44%	39%	30%	21%
	VANS	146M	146M	141M	135M	121M	91M
3	TIRS	35%	11%	8%	6%	6%	3%
	VANS	138M	29M	-52M	-158M	-163M	-290M
4	TIRS	39%	25%	18%	12%	8%	-1%
	VANS	143M	116M	85M	26M	-33M	-304M
5	TIRS	46%	51%	54%	28%	19%	5%
	VANS	614M	683M	728M	596M	406M	-321M
6	TIRS	17%	13%	14%	15%	12%	9%
	VANS	75M	43M	71M	78M	47M	-23M
7	TIRS	24%	35%	37%	35%	34%	32%
	VANS	507M	1,284M	1,551M	1,634M	1,692M	1,591M
8	TIRS	25%	44%	51%	47%	40%	39%
	VANS	191M	595M	828M	969M	915M	935M
9	TIRS	78%	131%	26%	11%	7%	5%
	VANS	174M	269M	223M	38M	-117M	-209M
10	TIRS	28%	16%	15%	14%	11%	9%
	VANS	101M	90M	93M	81M	33M	-28M
Total (159)	TIRS	30%	33%	32%	27%	23%	20%
	VANS	1749M	2445M	3342M	3094M	2414M	1833M

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.8 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo-1

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	General	Area de Cuenca	412,000 km <sup>2</sup>					
		Población	796 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	0M	15M	18M	27M	58M	86M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0	22M	96M	393M	1,043M	1,644M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	0M	2M	4M	5M	6M	7M
		Evaluación de Proyecto*1	TIRS	51%	27%	10%	-4%	-17%
	VANS		61M	58M	-2M	-269M	-720M	-
	B/C		8.6	2.9	1.0	0.3	0.1	0.1

添付-9-16

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.9 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -2

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
2	General	Area de Cuenca	112,000 km <sup>2</sup>					
		Población	337 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	0M	0M	0.03M	2M	4M	5M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0M	0M	5M	11M	26M	56M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	0M	0M	0.001M	0.05M	0.10M	0.15M
		Evaluación de Proyecto*1	TIRS	51%	51%	44%	39%	30%
	VANS		146M	146M	141M	135M	121M	91M
	B/C		8.6	8.6	6.8	5.5	3.7	2.2

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.11 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -3

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
3	General	Area de Cuenca	23,000 km <sup>2</sup>					
		Población	830 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	14M	119M	153M	310M	395M	475M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	26M	300M	501M	742M	815M	1,023M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	4M	24M	38M	51M	59M	63M
		Evaluación de Proyecto*1	TIRS	35%	11%	8%	6%	6%
	VANS		138M	29M	-52M	-158M	-163M	-290M
	B/C		4.2	1.1	0.9	0.8	0.8	0.6

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.12 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -4

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
4	General	Area de Cuenca	24,000 km <sup>2</sup>					
		Población	1,597 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	1M	3M	9M	22M	41M	55M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	12M	44M	81M	148M	222M	537M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	3M	3M	4M	5M	5M	6M
		TIRS	39%	25%	18%	12%	8%	-1%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	143M	116M	85M	26M	-33M	-304M
B/C		5.5	2.8	1.9	1.2	0.9	0.4	

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.13 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -5

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
5	General	Area de Cuenca	139,000 km <sup>2</sup>					
		Población	9,917 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	2M	60M	71M	178M	199M	285M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	13M	19M	25M	219M	460M	1,539M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	1M	10M	17M	24M	28M	30M
		TIRS	46%	51%	54%	28%	19%	5%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	614M	683M	728M	596M	406M	-321M
B/C		7.3	7.6	7.7	3.1	1.8	0.7	

添付-9-17

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.14 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -6

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
6	General	Area de Cuenca	117,000 km <sup>2</sup>					
		Población	4,328 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	16M	35M	40M	42M	42M	45M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	104M	205M	208M	222M	263M	342M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	5M	12M	16M	18M	19M	20M
		TIRS	17%	13%	14%	15%	12%	9%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	75M	43M	71M	78M	47M	-23M
B/C		1.6	1.2	1.3	1.3	1.2	0.9	

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.15 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -7

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
7	General	Area de Cuenca	162,000 km <sup>2</sup>					
		Población	2,332 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	342M	657M	787M	996M	1,141M	1,265M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	539M	840M	1,038M	1,280M	1,386M	1,502M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	103M	252M	325M	378M	400M	412M
		TIRS	17%	29%	30%	28%	27%	26%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	214M	851M	1061M	1108M	1145M	1053M
B/C		1.4	2.2	2.3	2.2	2.1	2.0	

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.16 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -8

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
8	General	Area de Cuenca	98,000 km <sup>2</sup>					
		Población	1,057 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	104M	129M	203M	217M	254M	330M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	191M	258M	295M	378M	477M	517M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	31M	66M	83M	95M	100M	103M
		TIRS	14%	24%	27%	24%	19%	18%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	49M	232M	316M	328M	252M	235M
B/C		1.3	2.0	2.1	1.9	1.6	1.5	

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.17 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -9

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
9	General	Area de Cuenca	114,000 km <sup>2</sup>					
		Población	1,627mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	40M	40M	256M	469M	539M	707M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	7M	7M	166M	514M	770M	935M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	12M	24M	39M	60M	70M	77M
		TIRS	78%	131%	26%	11%	7%	5%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	174M	269M	223M	38M	-117M	-209M
B/C		9.9	14.7	2.3	1.1	0.8	0.7	

添付-9-18

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

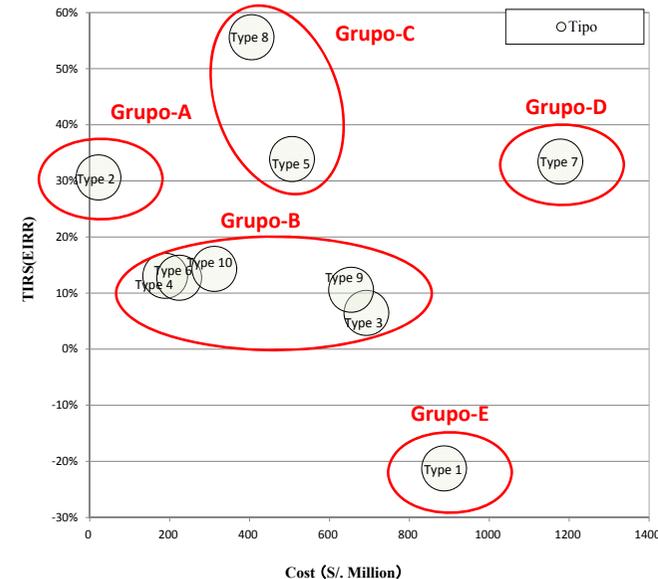
3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)

Tabla 13.1.18 Resumen de Proyecto de Control de Inundación Tipo -10

Tipo	Item	Index	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
10	General	Area de Cuenca	33,000 km <sup>2</sup>					
		Población	773 mil Personas					
	Daño x Inundación	Costo Daño Estimado	25M	73M	83M	93M	116M	153M
		Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	46M	181M	242M	299M	367M	446M
	Proyecto de Control de Inundación	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	7M	22M	30M	35M	37M	39M
		TIRS	28%	16%	15%	14%	11%	9%
	Evaluacion de Proyecto*1	VANS	101M	90M	93M	81M	33M	-28M
B/C		2.8	1.5	1.4	1.3	1.1	0.9	

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. **Evaluación Económica** Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (**Por Tipo**)



Relaciones entre TIRS (EIRR) y costo de Proyecto @ Periodo de Retorno de 50 años

## Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

### 3. Evaluación Económica Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (Por Individual River Basin)

Condiciones para la Estimación:

- **Costo del Proyecto**
  - ◆ Basado en la estimación del río Modelo, Costos del Proyecto para Ríos Individuales fueron estimados a través de la extensión del área de la cuenca.
  - ◆ Costos de adquisición de Tierras y relocalización de: 6% del costo de construcción.
- **Beneficios del Proyecto**
  - ◆ Basada en la estimación de Río Modelo, Beneficios del Proyecto para Ríos Individuales fueron estimados por el Ratio de numero de pobladores.
  - ◆ Basado en el numero de "Puntos Criticos" en cada Río, Beneficio para el Control de Erosión fueron considerados.
- **Factor de Intercambio de Costo Financiero a Costo Social: 0.85**

## Evaluación de Proyectos de Control de Inundación para cada Río

Ranking por TIRS (Escala de Proyecto: Periodo de Retorno 50 años):

Rank	Rio	EIRR	NPV	Rank	Rio	EIRR	NPV	Rank	Rio	EIRR	NPV
1	Caplina	195%	47	26	Nepeña	37%	28	48	Chaman	18%	17
2	Itaya	182%	124	27	Interc. Mdo Alto Madre de Dios	36%	2	49	Cañete	17%	14
3	Lacramarca	169%	51	28	Mala	35%	30	50	Huancane	17%	18
4	Chillon	163%	8	29	Cuenca Zarumilla	35%	3	51	Inambari	17%	50
5	Intercuenca 49917	110%	344	30	Intercuenca Alto Marañon I	34%	40	52	Intercuenca 49793	15%	1
6	Nanay	99%	383	31	Cuenca Coata	32%	74	53	Urubamba	13%	47
7	Moche	90%	101	32	Intercuenca Alto Acre	31%	2	54	Intercuenca Alto Apurimac	13%	30
8	Intercuenca 49955	80%	72	33	Crisnejas	31%	17	55	Aguayta	13%	11
9	Quilca - Vitor - Chili	70%	309	34	Cuenca Huamansaña	31%	1	56	Zaña	12%	6
10	Ica	57%	116	35	San Juan	29%	29	57	Pachitea	12%	15
11	Perene	54%	383	36	Tumbes	29%	32	58	Camana	11%	5
12	Huallagas, Mayo, Prmpt, Hybmb	52%	1035	37	Huaura	28%	23	59	Cuenca Piura + Chira	10%	5
13	Interc. Medio Madre de Dios	50%	5	38	Pescadores - Caraveli	26%	1	60	Ramis, Puraca and Azangaro	10%	3
14	Lurin	48%	1	39	Pisco	26%	30	61	Intercuenca Alto Marañon II	10%	0
15	Supe	48%	21	40	Intercuenca Alto Marañon III	25%	1	62	Cuenca Honda	10%	0
16	asma	47%	44	41	Olmos	23%	3				
17	Chala	46%	9	42	Ilo - Moquegua	22%	11				
18	Huarmey	46%	15	43	Utcubamba	21%	14				
19	Chparra	46%	9	44	Grande	21%	47				
20	Fortaleza	44%	29	45	Pativilca	20%	13				
21	Viru	43%	15	46	Acari	19%	9				
22	Chancay - Huaral	41%	47	47	Mantaro	18%	40				
23	Rimac	40%	35								
24	Locumba	38%	11								
25	Santa	38%	103								

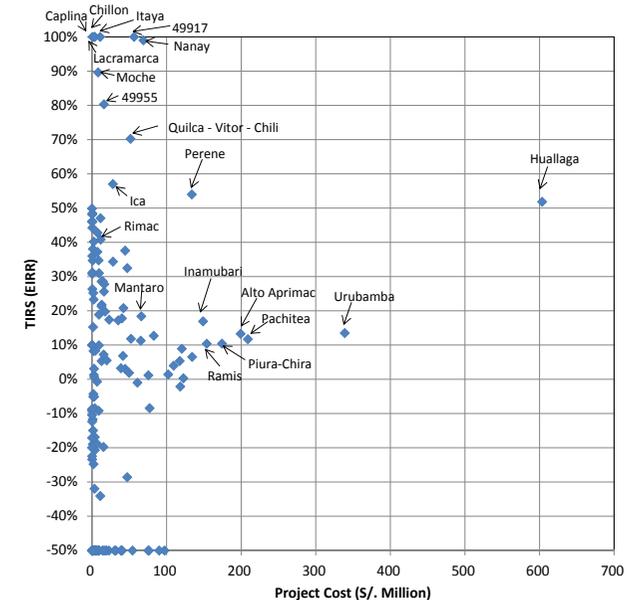
## Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por VANS (10%) Escala de Proyecto: Periodo de Retorno 50 años):

Rank	Rio	EIRR	NPV	Rank	Rio	EIRR	NPV	Rank	Rio	EIRR	NPV
1	Huallagas, Mayo, Parapanuta, Huayabamba	52%	1035	25	Interc. Alto Apurimac	13%	30	50	Piura + Chira	10%	5
2	Perene	54%	383	26	Fortaleza	44%	29	51	Olmos	23%	3
3	Nanay	99%	383	27	San Juan	29%	29	52	Ramis, Puraca and Azangaro	10%	3
4	Intercuenca 49917	110%	344	28	Nepeña	37%	28	53	Zarumilla	35%	3
5	Quilca - Vitor - Chili	70%	309	29	Huaura	28%	23	54	Interc. Medio Alto Madre de Dios	36%	2
6	Itaya	182%	124	30	Supe	48%	21	55	Interc. Alto Acre	31%	2
7	Ica	57%	116	31	Huancane	17%	18	56	Interc. Alt Marañon III	25%	1
8	Santa	38%	103	32	Chaman	18%	17	57	Lurin	48%	1
9	Moche	90%	101	33	Crisnejas	31%	17	58	Huamansaña	31%	1
10	Coata	32%	74	34	Huarmey	46%	15	59	Pescadores - Caraveli	26%	1
11	Interc. 49955	80%	72	35	Pachitea	12%	15	60	Interc. 49793	15%	1
12	Lacramarca	169%	51	36	Viru	43%	15	61	Honda	10%	0
13	Inambari	17%	50	37	Utcubamba	21%	14	62	Interc. Alt Marañon II	10%	0
14	Grande	21%	47	38	Cañete	17%	14				
15	Chancay - Huaral	41%	47	39	Pativilca	20%	13				
16	Caplina	195%	47	40	Aguayta	13%	11				
17	Urubamba	13%	47	41	Ilo - Moquegua	22%	11				
18	Casma	47%	44	42	Locumba	38%	11				
19	Mantaro	18%	40	43	Acari	19%	9				
20	Interc. Alt Marañon I	34%	40	44	Chala	46%	9				
21	Rimac	40%	35	45	Chparra	46%	9				
22	Tumbes	29%	32	46	Chillon	163%	8				
23	Pisco	26%	30	47	Zaña	12%	6				
24	Mala	35%	30	48	Camana	11%	5				
				49	Interc. Medio Madre de Dios	50%	5				

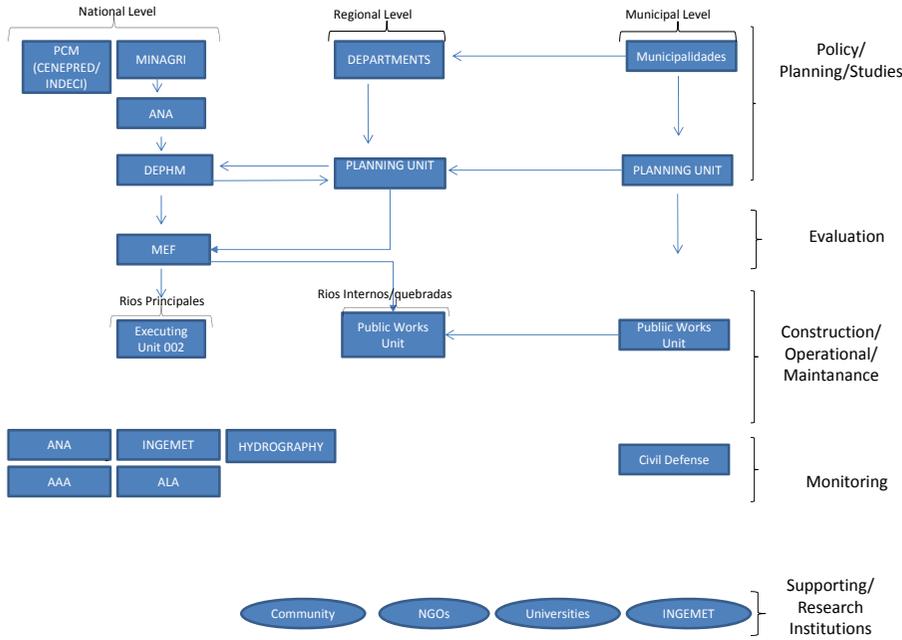
## Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por TIRS (Escala de Proyecto: Periodo de Retorno 50 años)

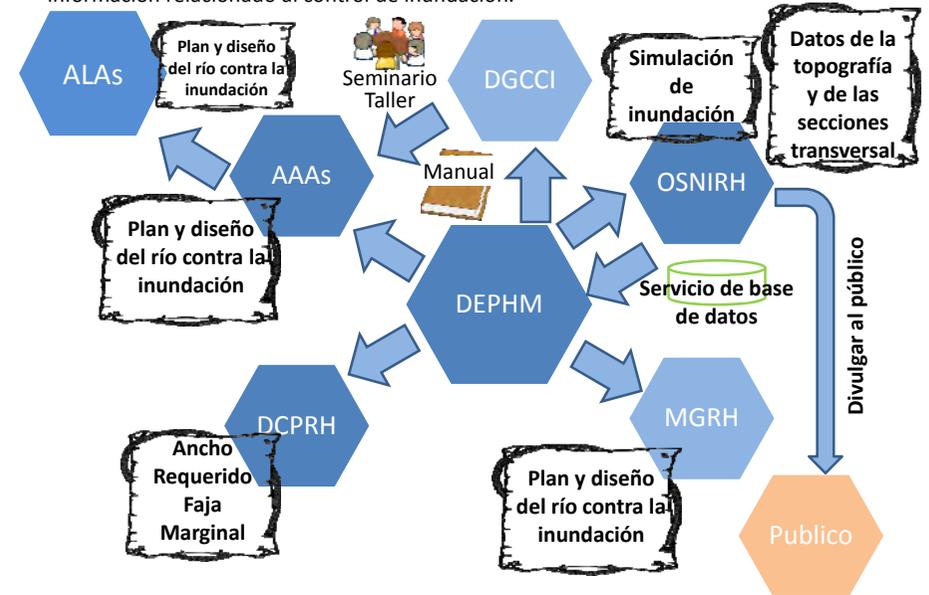




## Peruvian Institutional Framework for Flooding Mitigation

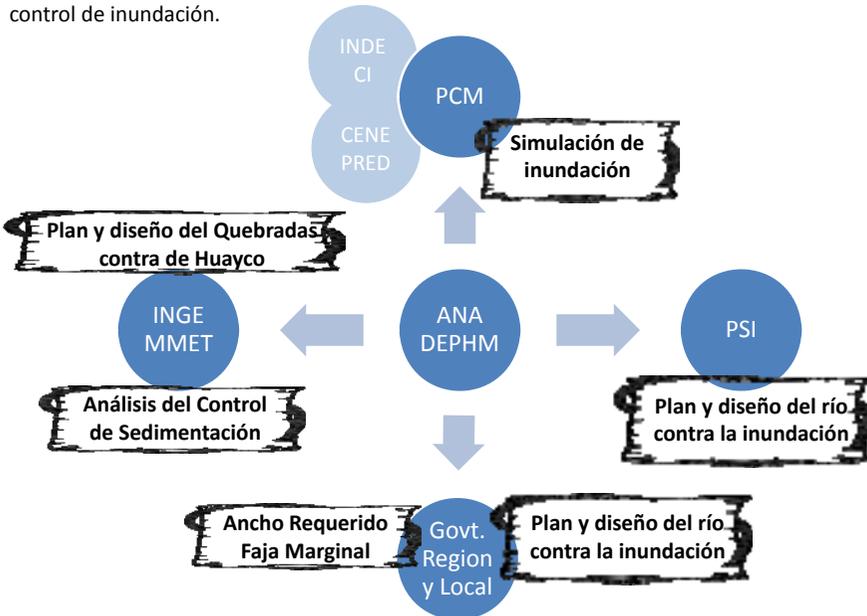


En base a los Planes Formulados para el control de inundación en las Cuencas de Rio, DEPHM proporcionará a las otras direcciones y oficinas de la ANA, los reportes, datos e información relacionado al control de inundación.



添付-9-21

En base a los Planes Formulados para el control de inundación en las Cuencas de Rio, DEPHM proporcionará a las otras Agencias, los reportes, datos e información relacionado al control de inundación.



## Recomendaciones (Mirando al futuro)

Categoría	Resultados del estudio	Recomendaciones
Cuestiones Técnicas sobre la Formación de un Plan de Control de Inundaciones	Análisis de la precipitación y Análisis de la Inundación-Escorrentía	Recoleccion de Data
		Modelo de Análisis de Inundación (Adquisición de Técnicas de Análisis de acuerdo a las características de Inundación propia de la Cuenca)
		Modelo de Análisis de Inundación (Utilización de Data Satelital para Superar la Falta de Data)
		Modelo de Análisis de Inundación (Adquisición de Técnicas para el Análisis Cuantitativo de Sedimentos)
Otros	Análisis de la precipitación y Análisis de la Inundación-Escorrentía	Refuerzo de la información histórica de los desastres ocurridos
		Implementación de la metodología de sensibilización sobre los riesgos de desastres
		Introduccion de un Sistema de Alerta y Pronostico de Inundaciones
		Datos a ser Ingresados en el SNIRH

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

添付資料-9-2

ワークショップ講義資料資料

Taller con el objetivo de fortalecer los conocimientos sobre el mecanismo de inundaciones dentro del marco del "ESTUDIO DE LA DEMANDA DE CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REPUBLICA DEL PERÚ"

Lugar: Sala de Conferencia de ANA, Piso 6 - ANA, Calle Diecisiete N° 355, San Isidro  
Fecha: 17 ~ 19 de Julio, 2017

Propósito:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar la capacidad del personal de ANA/AAAs/ALAS en referencia al conocimiento sobre inundaciones;</li> <li>Adquirir el conocimiento sobre cómo obtener datos topográficos y de lluvia desde Satélite; y</li> <li>Comprender la teoría conceptual acerca de la planificación del control de inundaciones.</li> </ul>
Resumen del Taller:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introducción al Modelo RRI incluyendo la descarga e instalación del software;</li> <li>Práctica de RRI-1: descarga e ingreso de datos topográficos e hidrológicos;</li> <li>Práctica de RRI-2: Simulación de la inundación en condiciones existentes;</li> <li>Práctica de RRI-3: Simulación de la inundación con Proyecto; y</li> <li>Confirmación de Beneficios de los Proyectos basados en los resultados de simulaciones de inundación</li> </ol>

PROGRAMA

Dia-1			
Hora	Contenido	Presentador/Moderador	Tiempo asumido
09:00	Palabras de bienvenida-1	Representante de ANA	10 minutos
	Palabras de bienvenida -2	El Equipo	10 minutos
09:20	Presentación del resultado del Estudio-1	El Equipo	45 minutos
10:05	- Coffee Break -		15 minutos
10:20	Presentación del resultado del Estudio -2	El Equipo	60 minutos
11:20	Preguntas y respuestas sobre los resultados del Estudio	El Equipo	40 minutos
12:00	Introducción al Taller	El Equipo	30 minutos
12:30	Introducción a RRI	Explicación del RRI	30 minutos
13:00	- Almuerzo -		90 minutos
14:30	Práctica de RRI -1: - Descarga de datos topográficos de Satélite - Descarga de datos hidrológicos de Satélite - Preguntas y respuestas	El Equipo	150 minutos
17:00	Fin del primer día		

Dia-2			
Hora	Contenido	Presentador/Moderador	Tiempo asumido
09:00	Practica de RRI -2: Calculo de RRI bajo condiciones existentes Preguntas y respuestas	El Equipo	60 minutos
10:00	Coffee Break		15 minutos
10:15	Práctica de RRI -3: Ingreso de datos para el Plan de control de inundación dentro de RRI (incremento del ancho del canal del río, Construcción de Dique y/o cuenca de Retardo) con preguntas y respuestas	El Equipo	165 minutos
13:00	- Almuerzo -		90 minutos
14:30	Practica de RRI -3 (continua): Confirmación de los resultados del calculo Comparación de los resultados de Simulación entre sin-Proyecto y con-Proyecto	El Equipo	150 minutos
17:00	Fin del segundo día		
Dia-3			
09:00	Apertura	El Equipo	15 minutos
09:15	Confirmación de Beneficios del Proyecto basado en los resultados de simulación de inundación hecho con RRI: Revisión de actividades del Dia-1 (Calculo de beneficios cuantitativos)	El Equipo	225 minutos
13:00	- Almuerzo -		90 minutos
14:30	Preguntas y respuestas a lo largo del taller Preparación para los nuevos desafíos y el camino por delante de los participantes		30 minutos
15:00	Conclusión del Taller	El Equipo	30 minutos
15:30	Palabras de cierre y entrega de certificados	Representante de ANA/ El Equipo	15 minutos
15:45	Fin del taller		

San Isidro, 10 de Julio de 2017

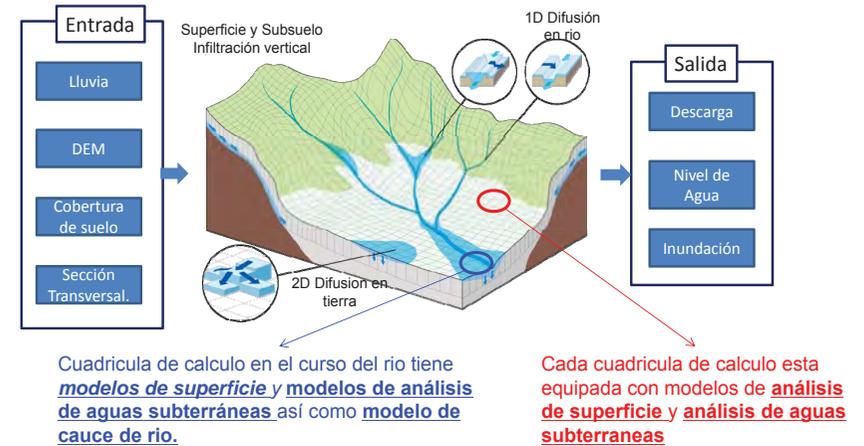
# Capítulo 1

## Introducción al modelo "RRI"

## 1 Introducción al modelo "RRI"

### (1) Esquema del Modelo RRI (1/4)

La siguiente figura muestra un diagrama conceptual del modelo RRI. Básicamente el modelo RRI puede simular los niveles y descargas de un río y la zona de inundación.



## 1. Introducción al modelo "RRI"

Características/contenidos principales del modelo RRI son.....

- ❑ RRI es la abreviación de Inundación **Lluvia- Escorrentia** - por sus siglas en ingles.
- ❑ RRI es el modelo hidrológico desarrollado por ICHRAM (*Global Center of Excellence for Water Hazard and Risk Management ,Japan*).
- ❑ Este modelo calcula la escorrentía procedente de las cuencas a los ríos y canales considerando la inundación (función de almacenaje) y la filtración del subsuelo.
- ❑ Este modelo puede ser construido contando solo con DEM (*Digital Elevation Model* ó Modelo de Elevación Digital), data de precipitaciones, cobertura de suelo y secciones transversales.

## 1. Introducción al modelo "RRI"

### (1) Esquema del Modelo RRI (2/4)

El modelo de superficie puede ser categorizado en 1) modelo agrupado y 2) modelo distribuido.

El modelo RRI es un modelo distribuido

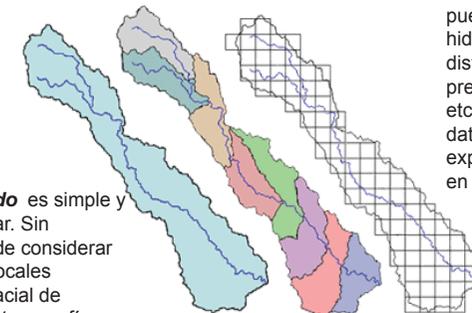
[Modelo Agrupado]



[Modelo Distribuido]

**El modelo Distribuido** puede simular condiciones hidrológicas considerando distribuciones espaciales de precipitaciones y topografía, etc. pero requiere de mucha data/información así como experiencia y capacidades en hidrología.

**Modelo Agrupado** es simple y fácil de desarrollar. Sin embargo no puede considerar las condiciones locales (distribución espacial de precipitaciones y topografía etc.)



NOAA / NWS / The COMET Program

# 1. Introducción al modelo "RRI"

(1) Esquema del Modelo RRI (3/4)

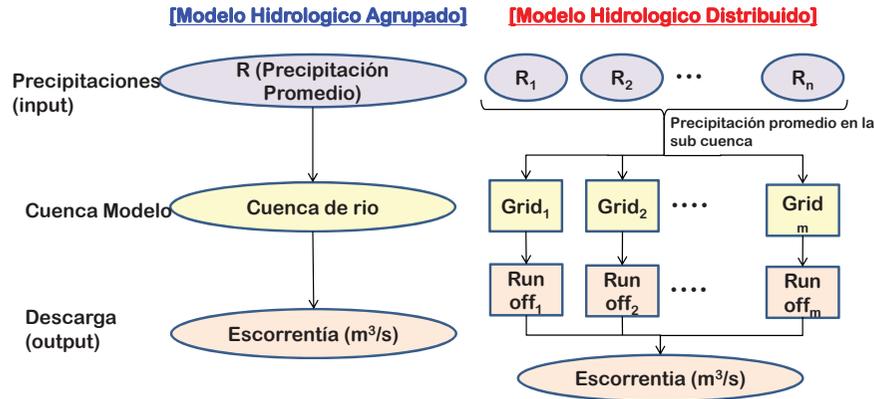


Fig- Diagrama esquemático de los modelos Agrupado / Distribuido

# 1. Introducción al modelo "RRI"

(2) Ingreso de data para el Modelo RRI

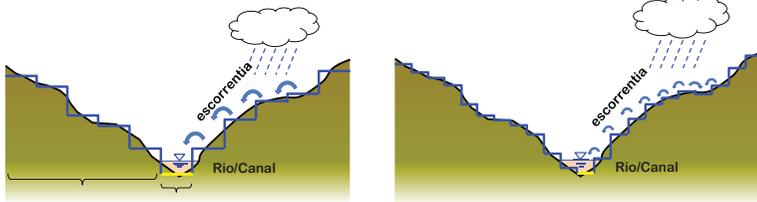
- ❑ **Data de Lluvia**
  - **Lluvias registradas localmente**  
(necesario convertirlas a data bidimensional) ⇒ **Ver Slide No 16**
  - GSMAp  
<ftp://rainmap:Niskur+1404@hokusai.eorc.jaxa.jp/>
  - 3B42RT (producto satelital gratuito)  
[http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=rt\\_intercomp](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=rt_intercomp)
- ❑ **Data de Elevación**
  - **Mapa Topográfico (local)**
  - GTOPO30 (resolution:900m) <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>
  - SRTM (resolution:90m) <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
  - ASTER GDEM (resolution:30m)  
<http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/index.html>
- ❑ **Data de uso de tierra (opcional), data geológica (opcional)**
  - **Mapa Topográfico (local)**
  - GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC)  
<http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc.php>
  - Commission for the Geological Map of the World (CGWM)  
[http://ccgm.free.fr/cartes\\_monde\\_gb.html](http://ccgm.free.fr/cartes_monde_gb.html) etc.

添付-9-26

# 1. Introducción al modelo "RRI"

(1) Esquema del Modelo RRI (4/4)

El modelo RRI describe la forma del suelo con una cuadrícula de elevación.(DEM)



Cuadrícula se calcula para cuenca de río equipada

- 1) Modelo de superficie
- 2) Modelo de aguas subterráneas.

Cuadrícula de calculo para el río/canal cuenta con modelo de canal/río (para el calculo de la descarga)

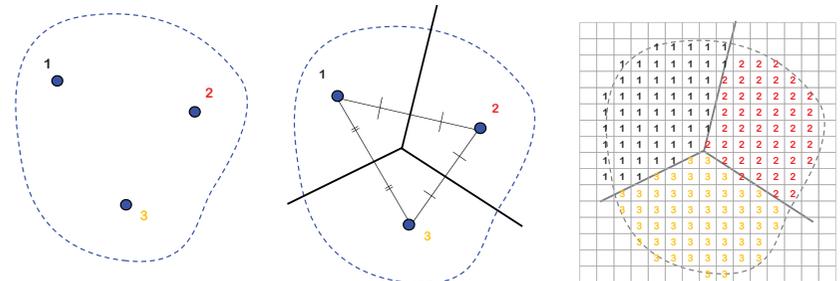
Si la cuadrícula de calculo se divide en partes mas pequeñas, el modelo puede expresar la forma del suelo de manera mas precisa. Sin embargo esto requiere de mucho mas tiempo de análisis debido al incremento en el numero de cuadrículas de calculo.

**El modelo hidrológico distribuido es capaz de reflejar las características de la cuenca y detallar las características de escorrentía.**

# 1. Introducción al modelo "RRI"

## Referencia: Conversión de data de punto a data bidimensional

El ingreso de data de precipitaciones para el Modelo RRI son series temporales de matrices de 2 dimensiones. Generalmente el método de Polígonos de Thiessen (movimiento de orillas) se emplea para convertir data de punto (estaciones de lluvia) en data plana (bidimensional).



● : Estación de medición lluvia  
--- : Limite de la cuenca

Para identificar la cobertura de cada una de las estaciones de medición se usa el "Método de Polígonos de Thiessen"

Para preparar la data de distribución de lluvia 2-dimensional.

# 1. Introducción al modelo "RRI"

## Referencia: Conversión de data de punto a data bidimensional

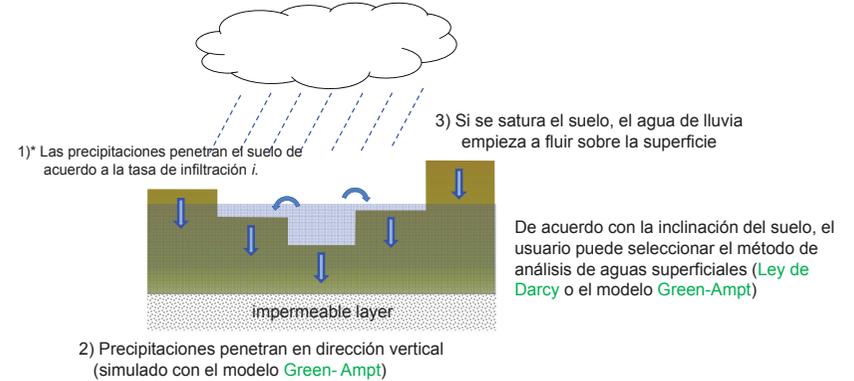
- i) GSMaP : Mapas de precipitaciones globales por hora, proporcionados por JAXA, Japón
- ii) 3B42RT : Datos de precipitación por satélite proporcionadas por la NASA, EE.UU.

Ítems	Las precipitaciones por satélite	GSMaP	3B42RT
Desarrollador y proveedor		JAXA	NASA
Cobertura		N60° ~ S60°	N50° ~ S50°
Resolución		0.1° (a unos 10 km)	0.25° (a unos 30 km)
Tiempo de resolución		1 hora	3 horas
Lapso de tiempo		4 horas	10 horas
Sistema coordinado		WGS 1984	
Información histórica		desde marzo de 2000	desde diciembre de 1997

# 1. Introducción al modelo "RRI"

## (3) Calculo de escorrentía en la cuadrícula de la cuenca de rio (1/2)

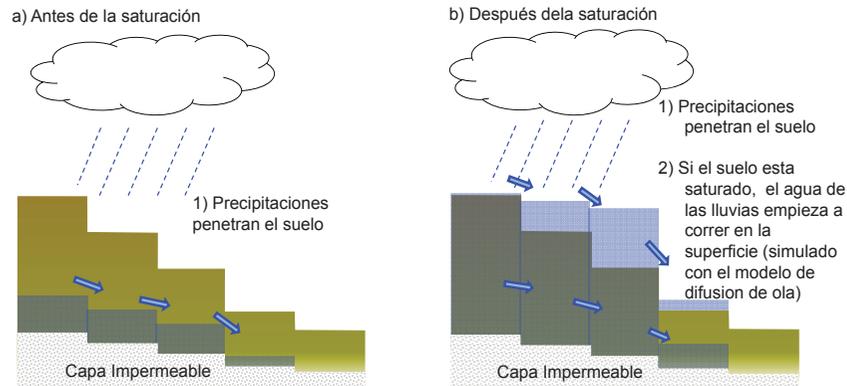
En áreas de tierras bajas, las precipitaciones penetran en dirección vertical y el agua subterránea que fluye en dirección lateral es insignificante porque la cabeza de las aguas subterráneas esta casi al mismo nivel.



# 1. Introducción al modelo "RRI"

## (3) Calculo de escorrentía en la cuadrícula de la cuenca del rio (1/2)

En el modelo RRI, tanto el flujo de aguas superficiales como el flujo de aguas subterráneas deberán de ser descritas tal y como se muestra en las siguientes figuras.



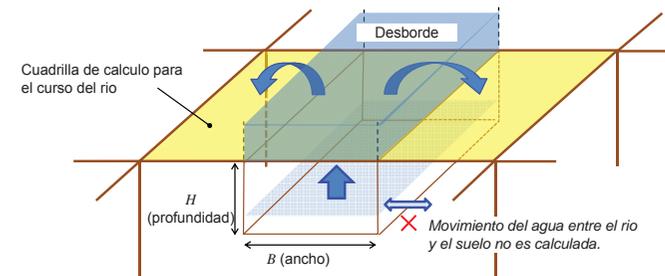
2) Aguas freáticas fluyen en dirección lateral de acuerdo con la **head differential** del agua subterránea (simulado con la Ley de Darcy)

**La profundidad de la capa permeable es un parámetro importante en el Modelo RRI**

# 1. Introducción al modelo "RRI"

## (4) Cálculo de la escorrentía en la cuadrícula de una cuenca de rio (1/2)

- ❑ Cuadrícula de calculo en el curso del rio es realizado con un modelo hidráulico.
- ❑ A esta cuadrícula de calculo se le da un modelo inestable 1-dimensional.
- ❑ Cuando el nivel de agua calculado ha sobrepasado  $H$ , empezara la inundación. Por otro lado, de ser la profundidad mayor que el nivel de agua del rio, el agua de la inundación se verterá en el rio.



# 1. Introducción al modelo "RRI"

## (3) Cálculo de la escorrentía en la cuadrícula de una cuenca de río (2/2)

El Nivel de agua y descarga se calculan con el análisis de flujos inestables.

### - Ecuación del movimiento

Termino de aceleración	<b>Advective term</b>	Termino de pendiente del agua	Termino de fricción	Ecuación de Manning	
$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t}$	$+$	$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{v^2}{2g} \right)$	$+$	$\frac{\partial h}{\partial x} - I + \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}} = 0$	$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$

En el modelo RRI, se emplea el método de difusión, lo que significa que los términos de **aceleración** y **advective** son omitidos.

### - Ecuación de Movimiento

$$\frac{\partial h}{\partial x} - I + \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}} = 0$$

### - Ecuación de continuidad

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

Aquí,  
*n*: coeficiente de rugosidad del río,  
*R*: radio hidráulico,  
*i*: pendiente del lecho del río,  
*g*: aceleración de la gravedad,  
*A*: rarea de flujo del río,  
*Q*: descarga,  
*q*: ancho de descarga por unidad,  
*h*: nivel de agua,  
*t*: tiempo,  
*v*: velocidad,  
*x*: coordenada para dirección de flujo (un eje)

# 1. Introducción al modelo "RRI"

## (4) Resumen de los parámetros importantes en el modelo RRI

### 1) Cuadrícula de la Cuenca del Río.

*N*: coeficiente de rugosidad en la cuenca del río

este valor es mejor cuando esta basado en la mas reciente información sobre el uso de tierra

*h*: profundidad de la capa impermeable (para la Ley de **Darcy**)

*i*: Tasa de infiltración (para el modelo de **Green-Ampt**)

*k*: coeficiente de permeabilidad

### 2) Modelo hidráulico

*n*: coeficiente de rugosidad en el canal del río

*B*: ancho del río

*H*: profundidad del canal del río

*B* y *H* pueden ser establecidas basadas en ACC

# Capitulo 2

## Instalación del software y simulación

- Paso-1: Establecer folder "RRI" para entrenamiento
- Paso-2: Establecer RRI-GUI
- Paso-3: Correr simulación RRI

## (Paso 1) Establecer folder RRI (1)

### Desacrgar modelo RRI

[http://www.icharm.pwri.go.jp/research/rri/rri\\_top.html](http://www.icharm.pwri.go.jp/research/rri/rri_top.html)

添付-9-29

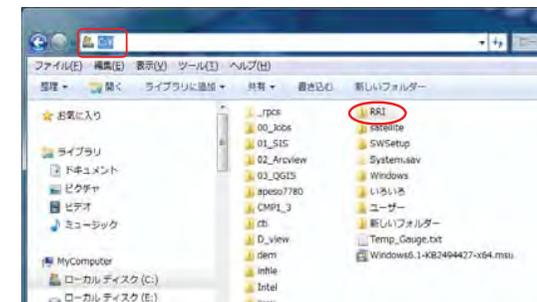
## 2.1 Establecer folder "RRI" para entrenamiento

Antes de empezar con el entrenamiento, necesitamos revisar si es que la Graphical User Interface (Interface Grafica del Usuario) (GUI) del modelo RRI esta trabajando bien en todas las computadoras usadas en el entrenamiento.

1. Establecer folder "RRI" para entrenamiento
2. Iniciar RRI-GUI
3. Correr la simulación RRI

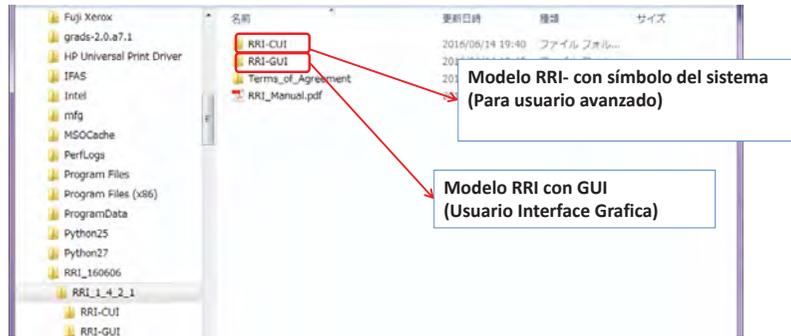
## (Paso 1) Establecer folder RRI (1)

Grabar software RRI en "C:¥"



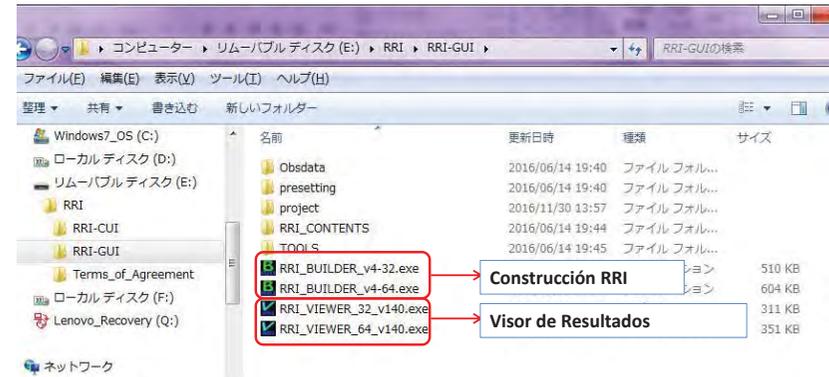
## (Paso 1) Establecer folder RRI (1)

- RRI-CUI : Modelo RRI Command Prompt (Advanced)
- RRI-GUI : Modelo RRI con GUI



## (Paso 2) Revisar inicio (1)

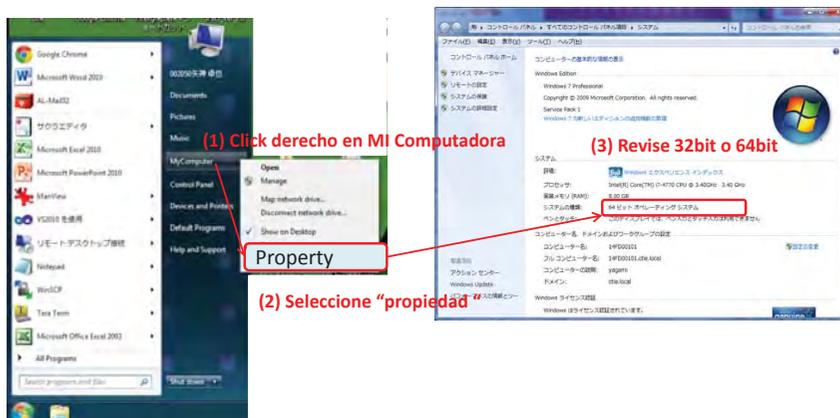
- Software esta separado en ver de 32bit y ver de 64bit.



添付-9-30

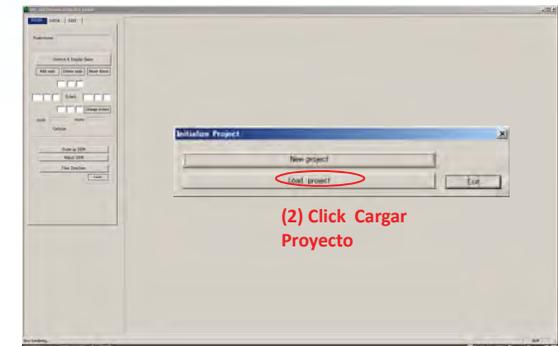
## (Paso 2) Revise Inicio (0)

- Revise su PC's OS
- RRI Software es separado en 32bit ver. y 64bit ver.



## (Paso 2) Revisar Inicio (2)

- Obsdata
- presetting
- project
- RRI\_CONTENTS
- TOOLS
- (1) Doble Click
- RRI\_BUILDER\_v4-32.exe
- RRI\_BUILDER\_v4-64.exe
- RRI\_VIEWER\_32\_v140.exe
- RRI\_VIEWER\_64\_v140.exe





# Capitulo 3

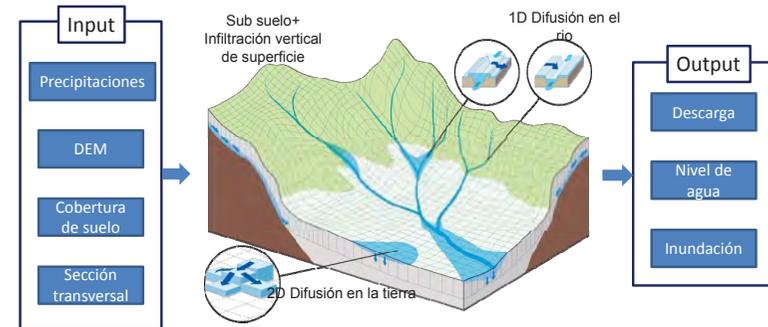
## Data necesaria para el modelo RRI

- Como obtener la data para una simulación del modelo RRI-

- 3.1 Data necesaria para el modelo RRI
- 3.2 Data Hidrológica
- 3.3 Data Meteorológica
- 3.4 Data Topográfica
- 3.5 Explicación de parámetros

### 3.1 Data necesaria para el modelo RRI

Diagrama conceptual del modelo RRI es mostrado en la siguiente figura. Básicamente, el modelo RRI puede simular la descarga/nivel de agua en una área de inundación.



- Como obtener?
- ✓ Data Hidrológica
  - ✓ Data Meteorológica
  - ✓ Data Topográfica

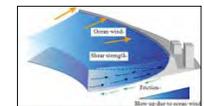
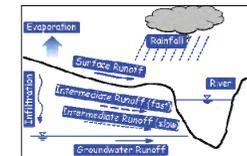
添付-9-32

# Capitulo 3.1

## Data necesaria para el modelo RRI

### 3.1 Necessary data for RRI model

- ◆ **Data Hidrológica** → slide 8
  - ✓ Nivel de agua de río
  - ✓ Descarga del río
  - ✓ Descarga de liberación de represa
  - ✓ Descarga de desviación (compuerta de agua)
  - ✓ Nivel de marea
  - ✓ Inundación
- ◆ **Data meteorológica** → slide 12
  - ✓ Precipitaciones
  - ✓ Evaporación
  - ✓ Viento (para estimar el nivel de marea por el modelo oleada de marea)
- ◆ **Data Topográfica** → slide 22
  - ✓ Elevación
  - ✓ Sección transversal del río (ancho, profundidad, altura de los bancos)
  - ✓ Cobertura de suelo



# Capitulo 3.2

## Data hidrológica

- 3.2.1 Nivel de aguas de rio y descarga
- 3.2.2 Descarga de represa y desviación
- 3.2.3 Marea
- 3.2.4 Área de inundación

### 3. 2.1 Nivel de aguas de rio y descarga

Data observada (QMD\_LA ACHIRANA.xlsx)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	CODIGO	ESTACION	DEPARTAMENTO	LONGITUD	LATITUD	ANIO	MES	DIA	CAUDAL
2	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	1	0
3	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	2	0
4	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	3	0
5	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	4	0
6	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	5	0
7	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	6	0
8	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	7	0
9	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	8	0
10	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	9	0
11	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	10	0
12	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	11	0
13	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	12	0
14	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	13	0
15	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	14	0
16	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	15	0
17	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	16	0
18	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	17	0
19	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	18	0
20	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	19	0
21	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	20	0
22	203703	LA ACHIRANA	ICA	75 41 1"	13 58 1"	1948	9	21	0

添付-9-33

### 3. 2.1 River water level and discharge

Fuente de Data: ANA, AAA,ALA

- ✓ 586 estaciones de descarga(ANA)
- ✓ Data de descarga diaria\*

\*La data e descarga diaria que ANA posee es obtenida al monitorear los niveles de agua de cada uno de los sitios y calculando la tasa de flujo usando la ecuación H-Q. De la misma manera, el promedio de valores medidos cada 6 horas (4 valores medidos por día) es lo que se determina como flujo diario.

Como aplicarlo:

- ✓ Utilizarlo como condición inicial y de limite,
- ✓ Utilizarlo para calibrar el modelo

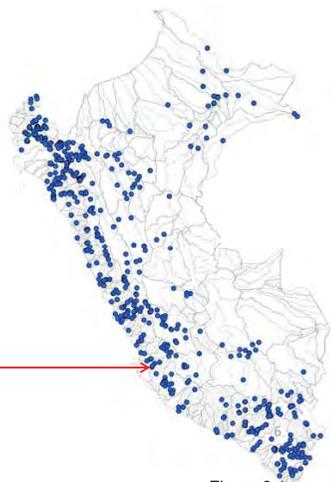
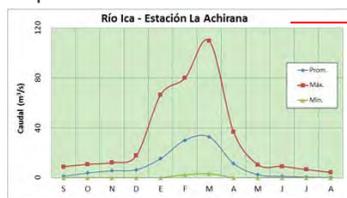


Figura 3.1 Ubicación de estaciones hidrológicas

### 3. 2.2 Descarga de presa y desviación

Como aplicarlo:

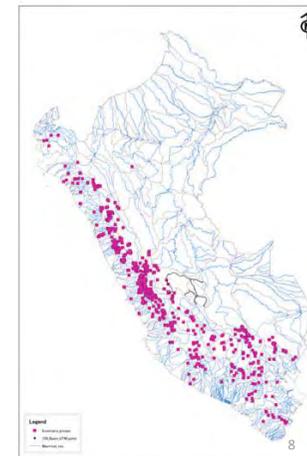
- Data diaria,
- Utilizar como condición de limite el extremo superior de la cuenca del rio,
- Utilizar para determinar la tasa de desviación

#### Fotos de la Represa de Poechos



Fuente: ANA

#### Locación de represa



### 3. 2.3 Tide

Fuente: DHN

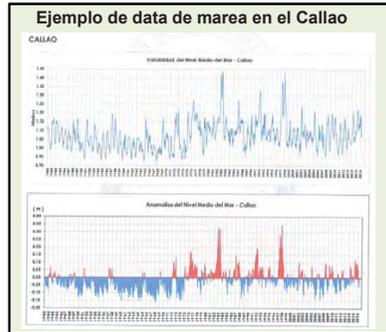
Marina de Guerra del Perú Dirección de Hidrografía y navegación Departamento de oceanografía - Mareas

<http://www.dhn.mil.pe>

- ✓ Data por horas
- ✓ También disponible data histórica
- ✓ Nivel de marea astronómica es data alternativa

Como aplicarla:

Utilizar como condición de limite aguas abajo (boca de rio)



## Capitulo 3.3 Data Meteorológica

- 3.3.1 Data de precipitaciones de medidor en tierra
- 3.3.2 Data satelital de precipitaciones -GSMaP-
- 3.3.3 Data satelital de precipitaciones -3B42RT-
- 3.3.4 Distribución de precipitaciones

添付-9-34

### 3. 2.4 Inundation area

Fuente de data: archivos web y mapas de inundaciones

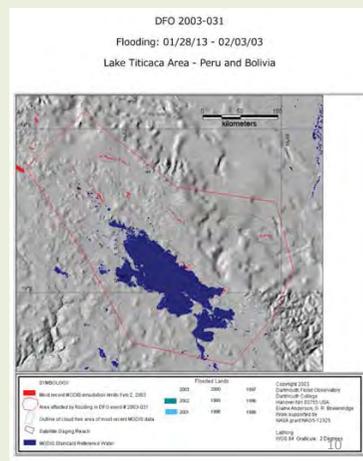
- ✓ Área de inundación en zona del evento
  - ✓ Archivo de imágenes disponibles
- Observatorio de inundaciones Dartmouth:  
<http://floodobservatory.colorado.edu/index.html>

Como recopilar: descarga gratuita

Como aplicar:

- ✓ Cada evento de inundación,
- ✓ Data disponible como archivo de imagen (pdf)
- ✓ Utilizar para calibrar el modelo al compararlo con la simulación del área de inundación.
- ✓ Utilizar para validar los resultados del modelo

#### Situación de Inundación 2003 (Observatorio de inundaciones Dartmouth)



### 3. 3.1 Ground gauged rainfall data

Fuente: SENAMHI, ANA

- ✓ 1,033 estaciones meteorológicas en el Perú (SENAHMI)
- ✓ Algunas estaciones monitorean factores meteorológicos tales como temperatura, humedad, precipitaciones, dirección y velocidad del viento así como evaporación.
- ✓ 295 estaciones toman data de precipitaciones cada hora (SENAHMI)

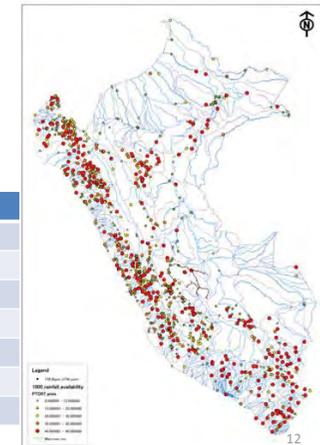
Como aplicarlo:

- ✓ Crear archivo para ingresar data de precipitaciones en formato CSV,
- ✓ Nombrar la locación (lat, lon) de la estación es información esencial.

#### Contenido de la data meteorológica

Item	Frecuencia de Observación
Temperatura	3 veces/día (7am, 1pm, 7pm)
Humedad	3 veces/día (7am, 1pm, 7pm)
Precipitaciones	Precipitación diaria
	Precipitación por hora
Dirección del viento	3 veces/día (7am, 1pm, 7pm)
Velocidad del viento	3 veces/día (7am, 1pm, 7pm)
Evaporación	3 veces/día (7am, 1pm, 7pm)

Ubicación de estaciones meteorológicas



### 3. 3.1 Data de precipitaciones de medidor en tierra

Formato de ingreso de data de precipitaciones (medidor en tierra) se define de la siguiente manera:

#### Para modelo RRI

- ✓ Formato CSV
- ✓ Requiere nombre de la estación (1<sup>ra</sup> fila)
- ✓ Requiere información de ubicación: latitud & longitud (2<sup>da</sup> & 3<sup>ra</sup> fila)
- ✓ Multi-intervalos son aceptables en un archivo de data.
- ✓ Ingrese "-999", si falta data.

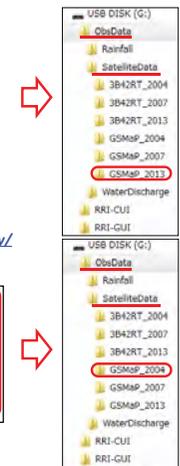
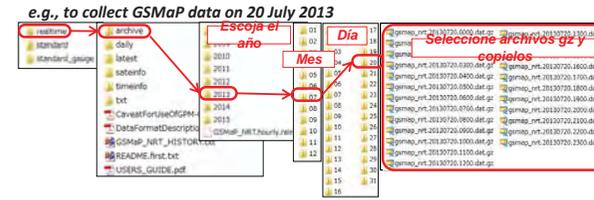
lat	lon	Year	Month	Day	Hour	Value	...
16.912148	97.639150	2013	4	2	0	0	...
2013/4/2 0:00						0	...
2013/4/2 0:00						0	...
2013/4/2 0:00						0	...

### 3. 3.2 Data Satelital de precipitaciones -GSMaP-

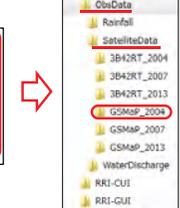
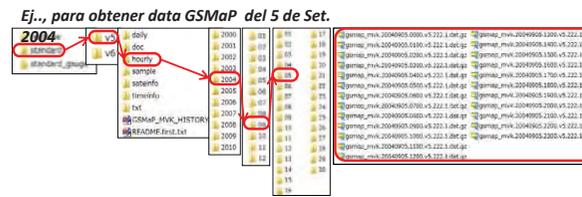
Como obtenerla: descarga desde el sitio FTP

Desde el 2008 al presente [ftp://hokusai.eorc.jaxa.jp/realtime/archive/](http://hokusai.eorc.jaxa.jp/realtime/archive/)

Crear archivo llamado "GSMaP\_20XX" y copie los archivos



Del 2000 al 2007 [ftp://hokusai.eorc.jaxa.jp/standard/v5/hourly/](http://hokusai.eorc.jaxa.jp/standard/v5/hourly/)



添付-9-35

### 3. 3.2 Data Satelital de precipitaciones -GSMaP-

Mapeo satelital de precipitaciones globales (GSMaP)

<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>

- ✓ Provisto por JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)
- ✓ Dta diaria y por horas disponible
- ✓ SE cubre el periodo desde el año 2000 al presente
- ✓ Dominio global 60° N to 60° S
- ✓ Resolución de cuadrícula: 0.1° X 0.1°
- ✓ Formato binario



Mensaje del administrador

Click en esta URL para pasar al siguiente proceso

Registro requerido de usuario

Llene este formulario y envíelo

Click para completar registracion

Puede acceder al sitio ftp usando UID y PW aqui descritos.

### 3. 3.3 Data Satelital de precipitaciones -3B42RT-

Análisis Experimental en Tiempo Real de Precipitaciones Multi Satélite TRMM : 3B42RT

[http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=TRMM\\_3B42RT\\_Daily](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42RT_Daily)

- ✓ Provisto por NASA (National Aeronautics and Space Administration)
- ✓ Resolución temporal: 3 horas
- ✓ Periodo que cubre: desde el año 2000 al presente
- ✓ Dominio global 60° N to 60° S
- ✓ Resolución de cuadrícula: 0.25° X 0.25°
- ✓ Formato binario



[ftp://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged/V7Documents/3B42RT\\_doc\\_V7.pdf](http://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged/V7Documents/3B42RT_doc_V7.pdf)

3. Storage and Distribution Media

The "data set archive" consists of unformatted binary files. Each hour or 3-hour dataset is contained in a separate file with a self-documenting ASCII header. The TRMM-RT is distributed by anonymous FTP over the Internet. Each 3B42RT (3B42RT, 3B42RT) file occupies ~7 (3) MB uncompressed or ~100 KB (100 KB) compressed.

The full collection of TRMM-RT files are archived and archived on the anonymous FTP sites <http://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged> and <http://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged> (data independent sources of these data files exist, but it is highly recommended that users only access the data via the GES DIOC, as it always has the latest versions of 3B42 and 3B43).

Web-based interactive access to the 3B42RT/42RT data is provided through the TOVAS; see that topic for details.

\*Known data set access issues\* include:



### 3. 4.1 Elevación y dirección de flujo - HydroSHEDS -

Data hidrológica y mapas de Derivados de Elevación en SHuttle Elevation en múltiples escalas: HydroSHEDS

Fuente: USGS (<http://hydrosheds.cr.usgs.gov/index.php>)

- ✓ SRTM Set de data topográfica básica y dirección de flujo
- ✓ Data disponible en resolución 3s, 15s, 30s y 5m

Como obtener: Descargar archivos BIL de 15 o 30 seg.

Como aplicar: Crear archivo en formato ASCII (usando GUI)



### 3. 4.2 Data de elevación global- ASTER -

Como obtener la data ASTER

Dibuje un polígono



添付-9-37

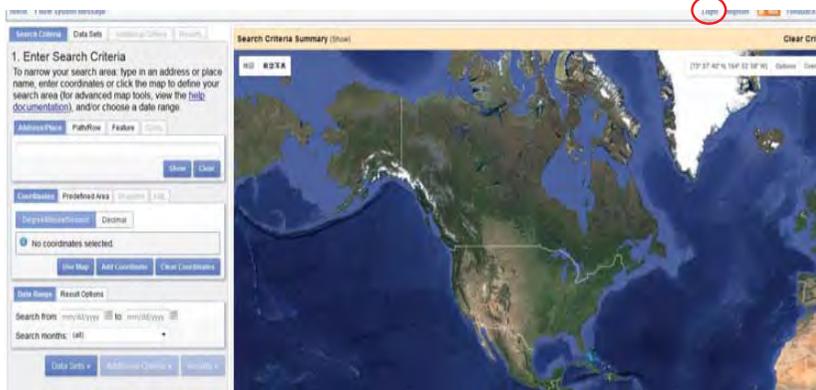
### 3. 4.2 Data de elevación global- ASTER -

Como obtener: Descargar data de elevación de 1 seg. (30m)

Fuente: USGS <http://earthexplorer.usgs.gov/>

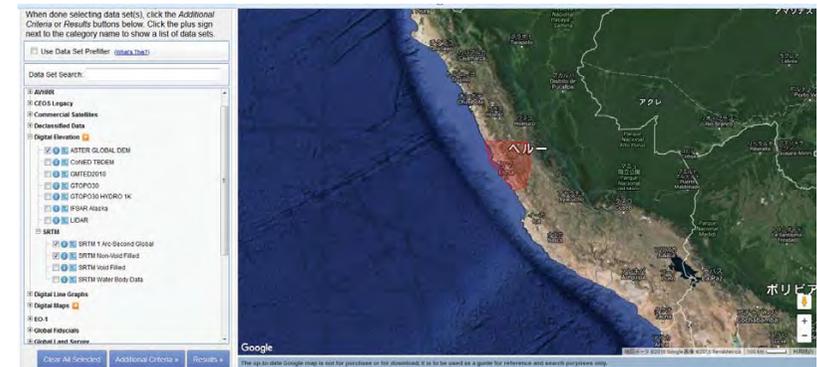
Como aplicarla: Crear archivo en formato ASCII

Logearse



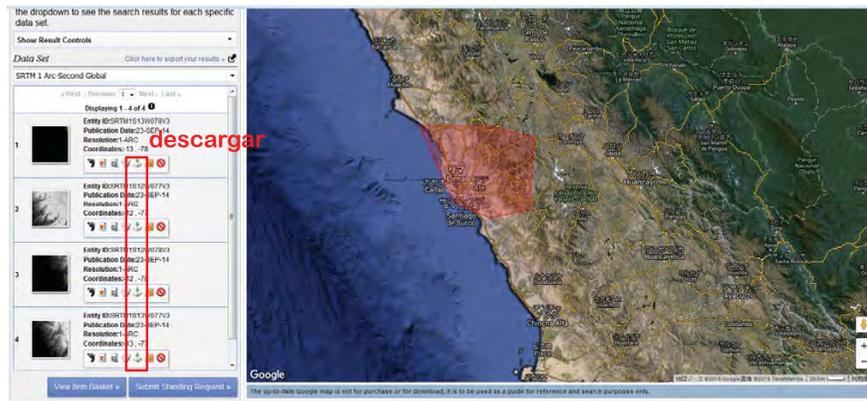
### 3. 4.2 Data de elevación global- ASTER -

Como obtener la data ASTER



### 3. 4.2 Data de elevación global- ASTER -

Como obtener la data ASTER



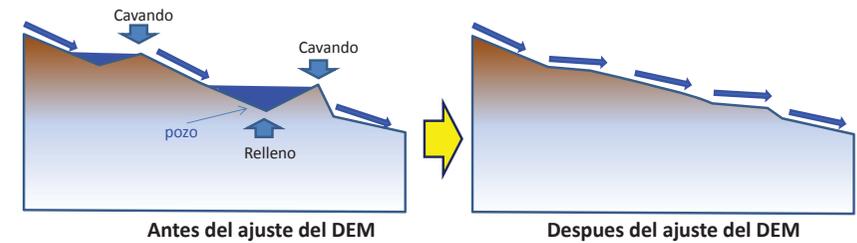
### 3. 4.2 Data de elevación para el modelo RRI

#### ◆ Ajustar DEM (Esto debe de ser hecho)

- Propósito 1) Ajuste del DEM cavando y rellenando.
- 2) Ajuste a cero de dirección de flujo en celdas de salida

#### Ajuste del DEM

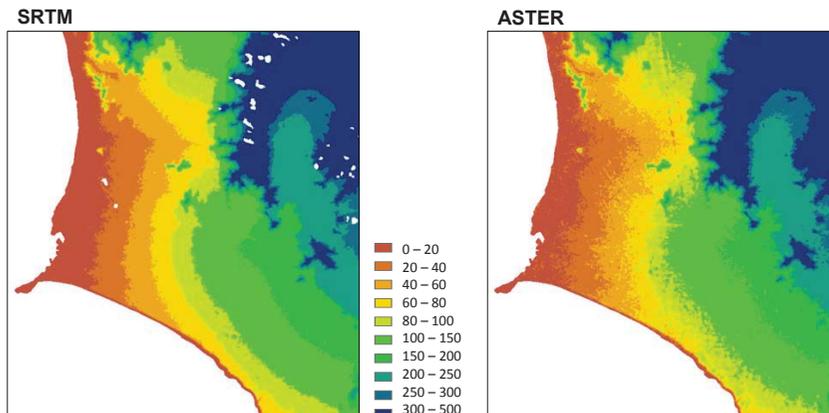
Este programa ajusta el DEM cavando y rellenando para remover pozos a lo largo de la línea de flujo. El ajuste del DEM es necesario para evitar discontinuidad poco realistas del flujo.



添付-9-38

### 3. 4.2 Data de elevación global- ASTER -

Comparación entre SRTM y ASTER

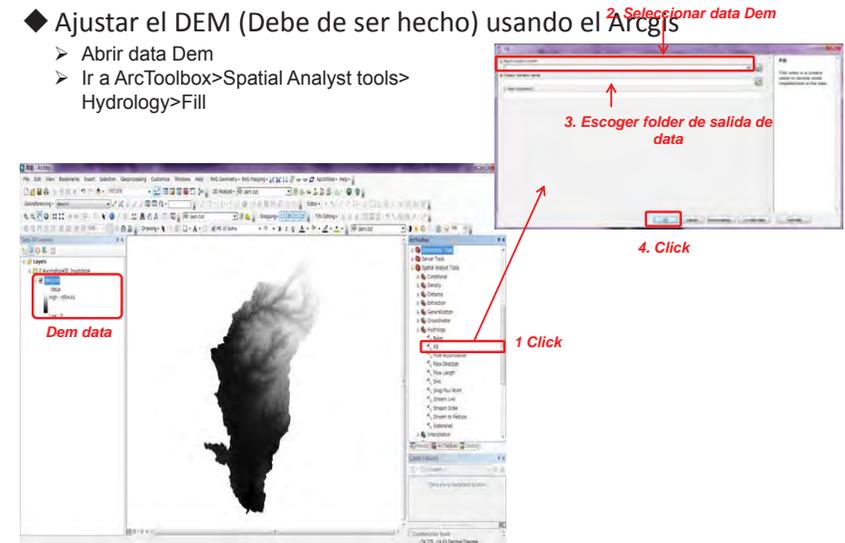


※La exactitud deberá de ser corroborada a través de otro mapa topográfico o con fotografía aérea.

### 3. 4.2 Data de elevación para el modelo RRI

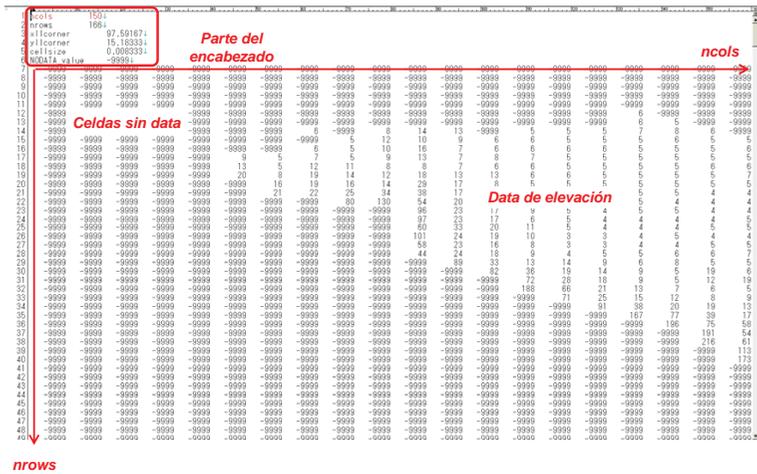
#### ◆ Ajustar el DEM (Debe de ser hecho) usando el ArcGIS

- Abrir data Dem
- Ir a ArcToolbox>Spatial Analyst tools>Hydrology>Fill



### 3. 4.2 Data de elevación para el modelo RRI

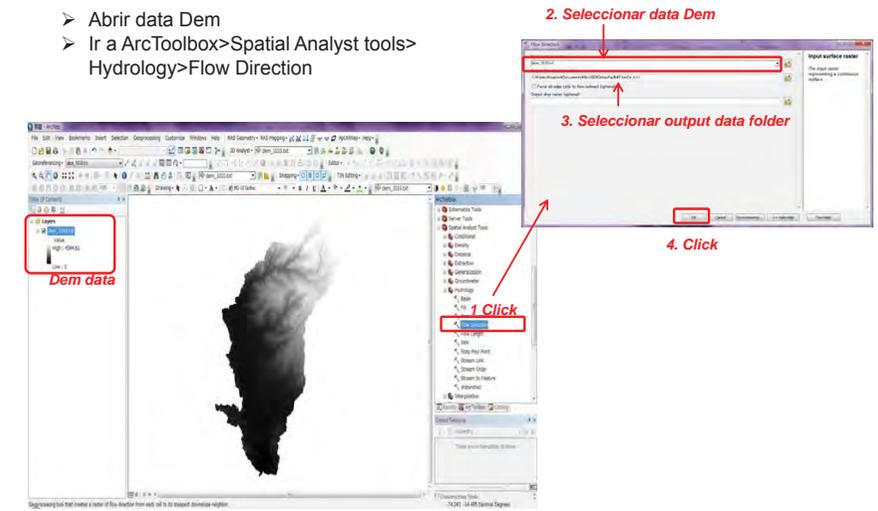
Archivo DEM (dem.txt) para RRI



### 3. 4.3 Data de dirección y acumulación de flujo

(1) Como crear data de dirección de flujo utilizando ArcGIS

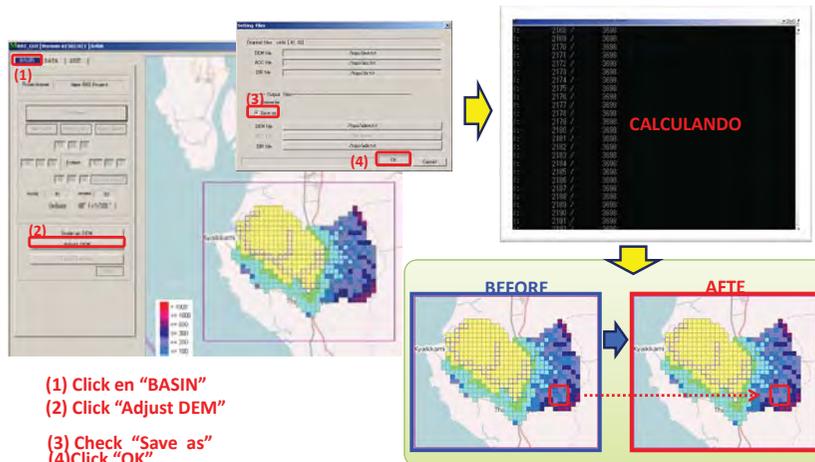
- Abrir data Dem
- Ir a ArcToolbox>Spatial Analyst tools>Hydrology>Flow Direction



添付-9-39

### 3. 4.2 Data de elevación para el modelo RRI

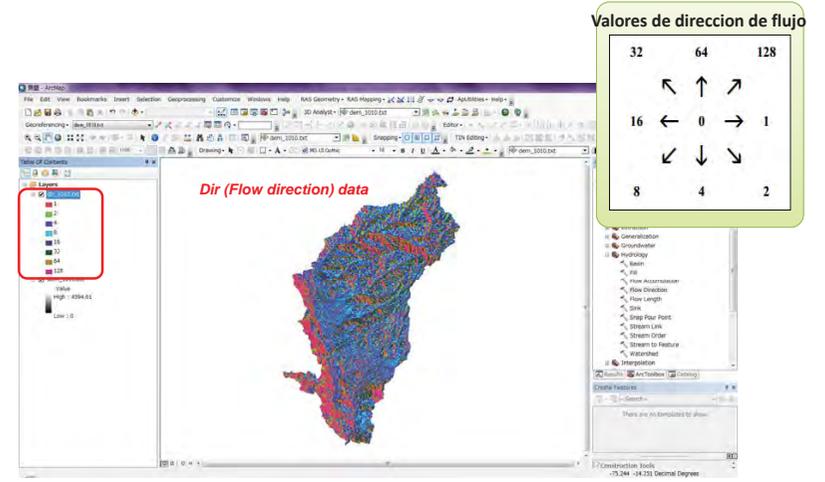
◆ Ajuste del DEM (Debe de ser hecho) utilizando GUI



- (1) Click en "BASIN"
- (2) Click "Adjust DEM"
- (3) Check "Save as"
- (4) Click "OK"

### 3. 4.3 Data de dirección y acumulación de flujo

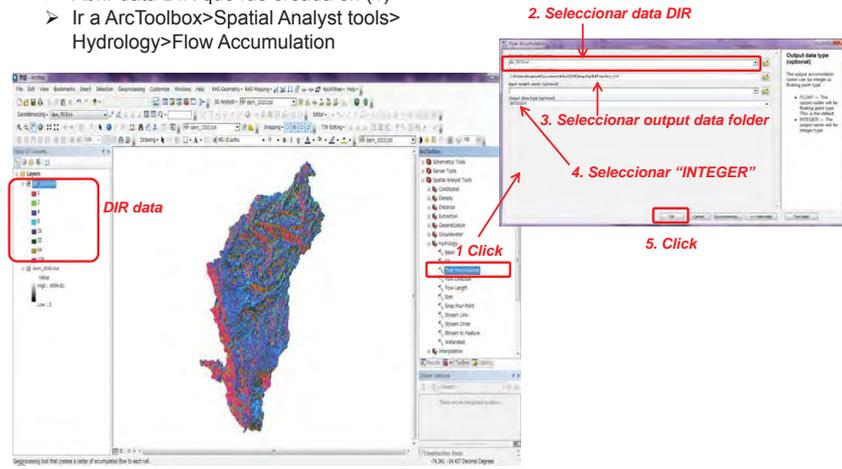
(1) Como crear data de dirección de flujo utilizando ArcGIS



### 3. 4.3 Data de dirección y acumulación de flujo

#### (2) Como crear data de dirección de flujo utilizando ArcGIS

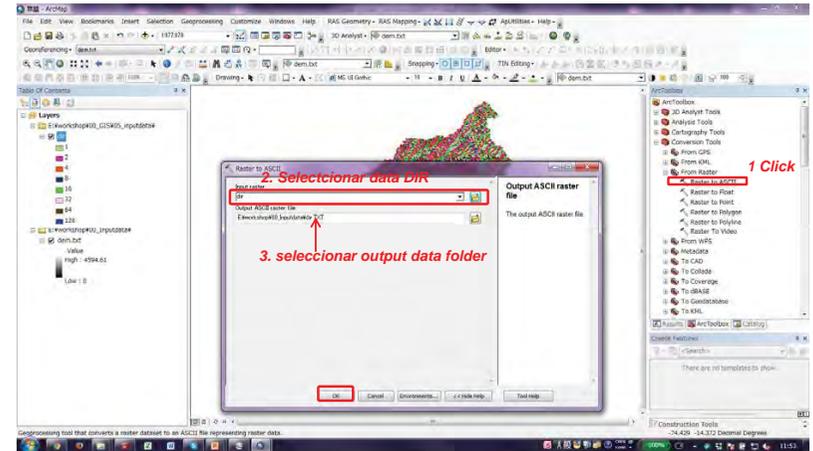
- Abrir data DIR que fue creada en (1)
- Ir a ArcToolbox>Spatial Analyst tools>Hydrology>Flow Accumulation



### 3. 4.3 Data de dirección y acumulación de flujo

#### (3) Como crear data ASCII utilizando ArcGIS

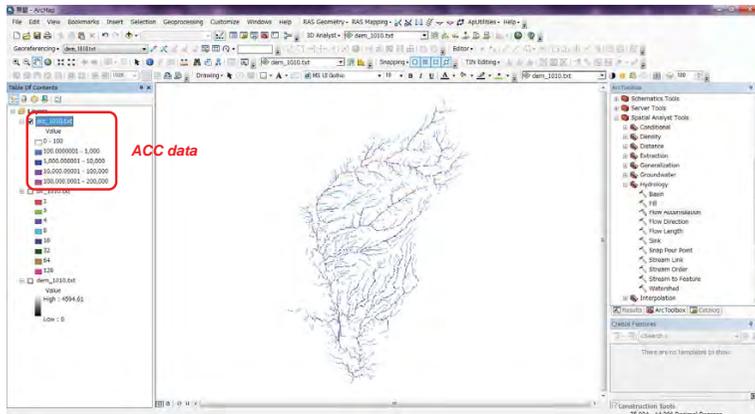
- Ir a ArcToolbox>Conversion tools>From Raster >Raster a ASCII



添付-9-40

### 3. 4.3 Data de dirección y acumulación de flujo

#### (2) Como crear data de acumulación (ACC) usando ArcGIS



### 3. 4.3 Flow Direction and Flow Accumulation data

#### Archivo ACC (acc.txt)

Row	Col	Value
1	1	1001
2	1	1084
3	1	97.581671
4	1	16.183331
5	1	0.005231
6	1	NAFTA value
7	1	Encabezado
8	1	ncols
9	1	1000
10	1	1000
11	1	1000
12	1	1000
13	1	1000
14	1	1000
15	1	1000
16	1	1000
17	1	1000
18	1	1000
19	1	1000
20	1	1000
21	1	1000
22	1	1000
23	1	1000
24	1	1000
25	1	1000
26	1	1000
27	1	1000
28	1	1000
29	1	1000
30	1	1000
31	1	1000
32	1	1000
33	1	1000
34	1	1000
35	1	1000
36	1	1000
37	1	1000
38	1	1000
39	1	1000
40	1	1000
41	1	1000
42	1	1000
43	1	1000
44	1	1000
45	1	1000
46	1	1000
47	1	1000
48	1	1000
49	1	1000
50	1	1000

### 3. 4.3 Flow Direction and Flow Accumulation data

Archivo DIR (dir.txt)

Encabezado		ncols	
1	0	1	1
2	0	1	1
3	0	1	1
4	0	1	1
5	0	1	1
6	0	1	1
7	0	1	1
8	0	1	1
9	0	1	1
10	0	1	1
11	0	1	1
12	0	1	1
13	0	1	1
14	0	1	1
15	0	1	1
16	0	1	1
17	0	1	1
18	0	1	1
19	0	1	1
20	0	1	1
21	0	1	1
22	0	1	1
23	0	1	1
24	0	1	1
25	0	1	1
26	0	1	1
27	0	1	1
28	0	1	1
29	0	1	1
30	0	1	1
31	0	1	1
32	0	1	1
33	0	1	1
34	0	1	1
35	0	1	1
36	0	1	1
37	0	1	1
38	0	1	1
39	0	1	1
40	0	1	1
41	0	1	1
42	0	1	1
43	0	1	1
44	0	1	1
45	0	1	1
46	0	1	1
47	0	1	1
48	0	1	1
49	0	1	1
50	0	1	1

Celdas sin data

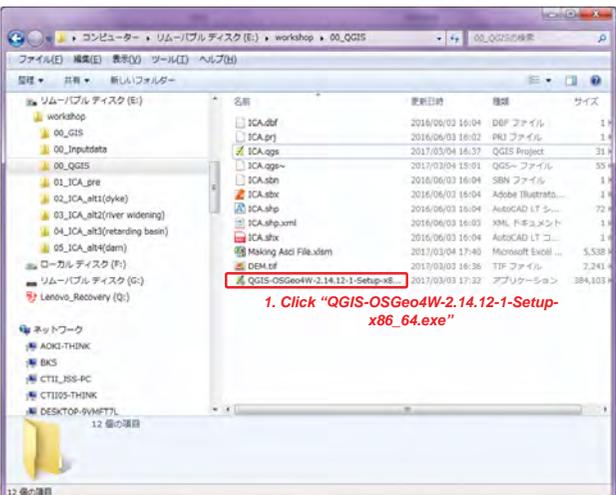
Data de direccion de drenaje



添付-9-41

### \*Reference to create Elevation data(DEM), Flow Direction data(DIR) and Flow Accumulation data(ACC) data using by QGIS

- Instalar QGIS

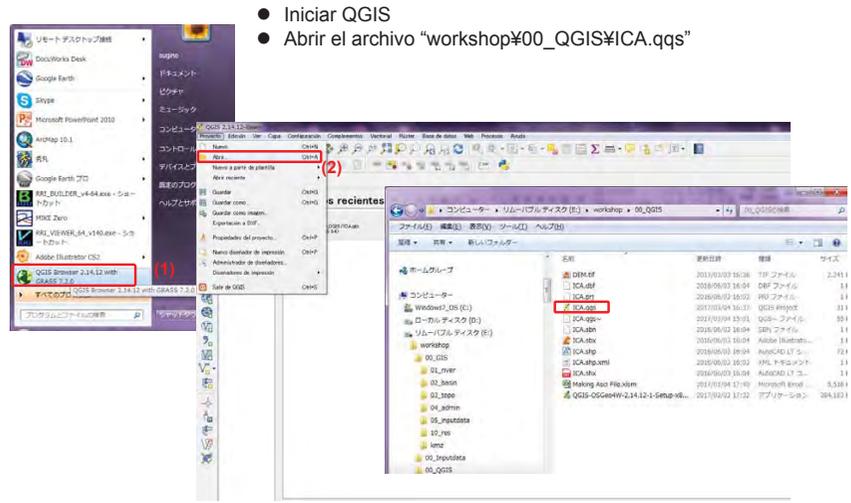


1. Click "QGIS-OSGeo4W-2.14.12-1-Setup-x86\_64.exe"



### \*Reference to create Elevation data(DEM), Flow Direction data(DIR) and Flow Accumulation data(ACC) data using by QGIS

- Iniciar "QGIS Browser 2.14.12 with GRASS 7.2.0"

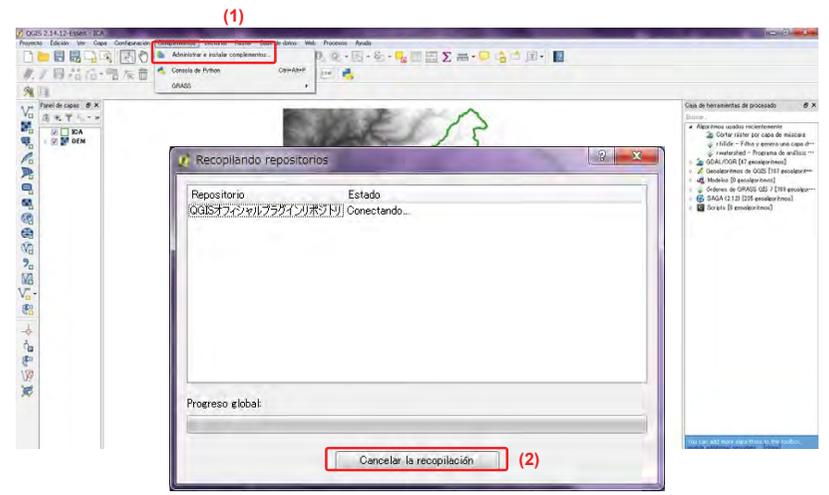


- Iniciar QGIS
- Abrir el archivo "workshop\00\_QGIS\ICA.qgs"



### \*Reference to create Elevation data(DEM), Flow Direction data(DIR) and Flow Accumulation data(ACC) data using by QGIS

- Establecer plugin



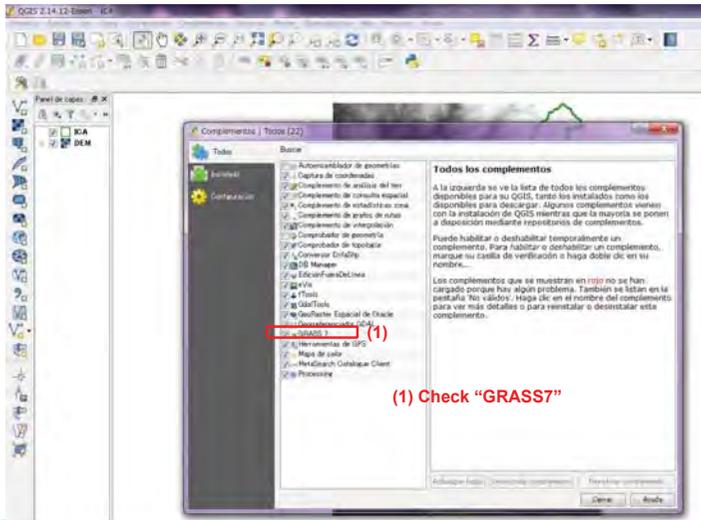
(1)

Cancelar la recopilación (2)



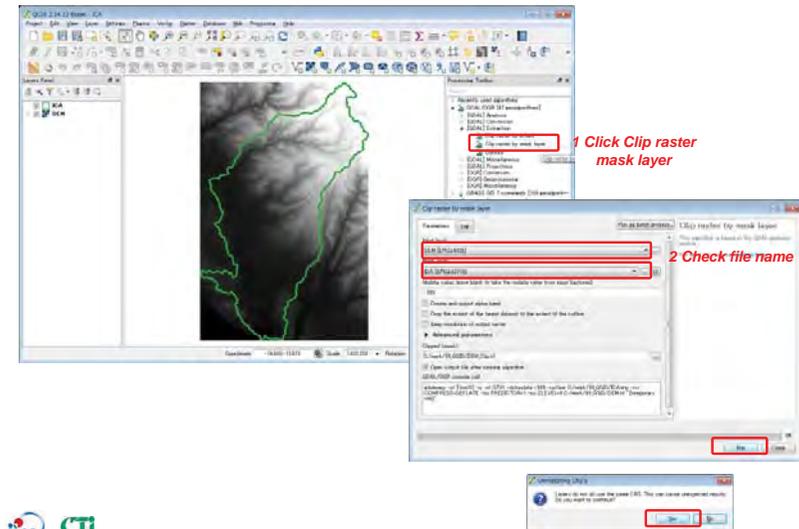
\*Reference to create Elevation data(DEM), Flow Direction data(DIR) and Flow Accumulation data(ACC) data using by QGIS

- Establecer plugin



\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

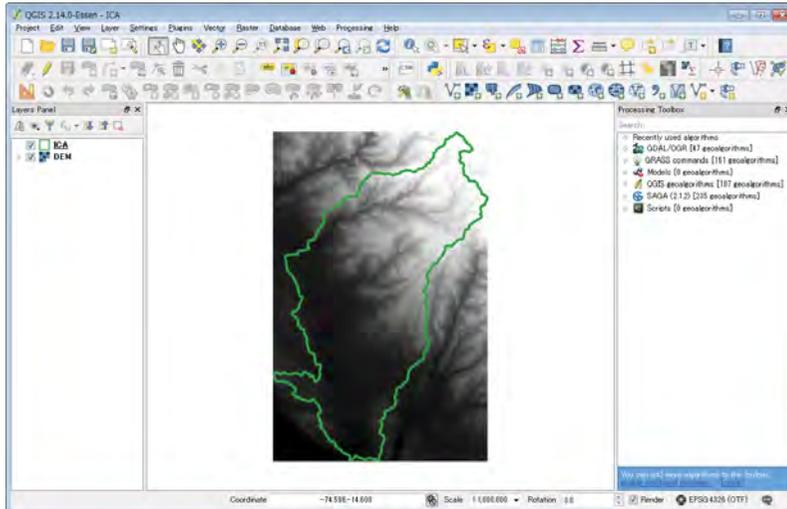
- (1) Como crear data de elevación (DEM) usando QGIS



添付-9-42

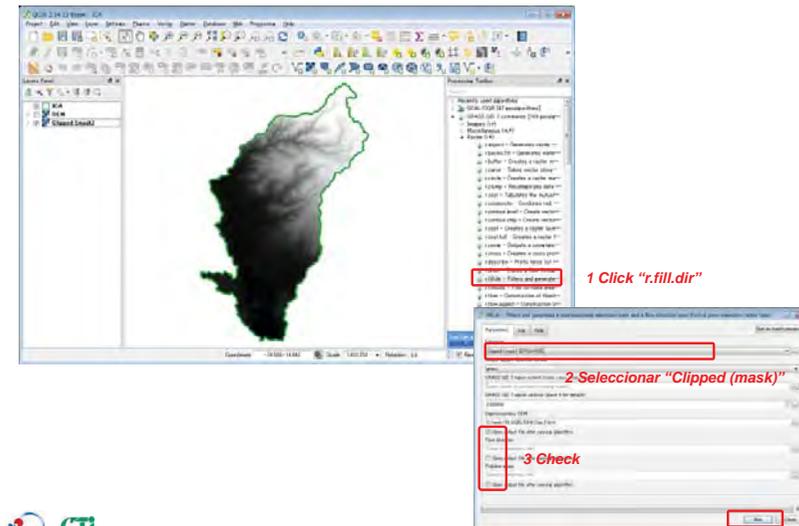
\*Reference to create Elevation data(DEM), Flow Direction data(DIR) and Flow Accumulation data(ACC) data using by QGIS

- (1) Como crear data de elevación (DEM) usando QGIS



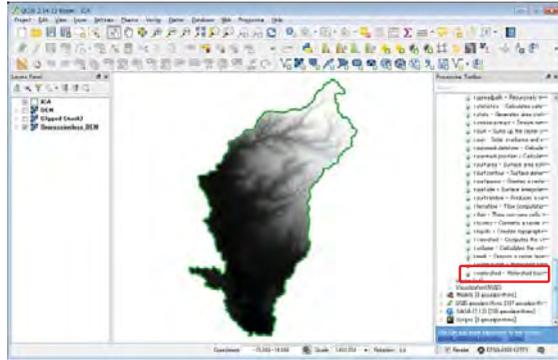
\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

- (1) Como crear data de elevación (DEM) usando QGIS



\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

(2) Como crear data de Dirección de Flujo y data de Acumulación de Flujo utilizando QGIS

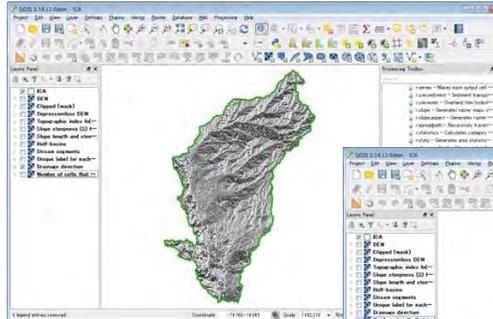


1 Click "r.watershed"

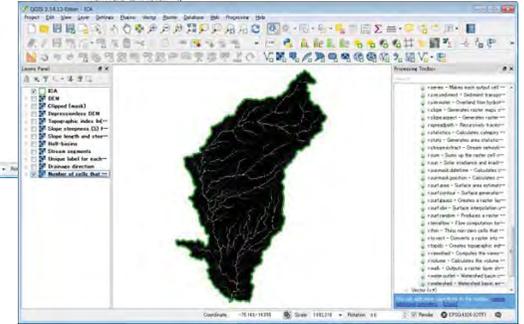
\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

(2) Como crear data de Dirección de Flujo y data de Acumulación de Flujo utilizando QGIS

Data de Dirección de Flujo creada



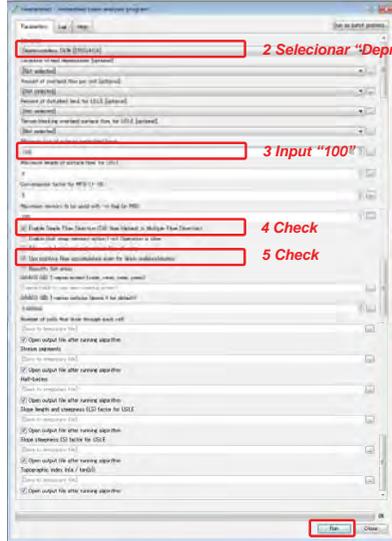
Data de acumulación de Flujo creada



添付-9-43

\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

(2) Como crear data de Dirección de Flujo y data de Acumulación de Flujo utilizando QGIS



2 Seleccionar "Depressionless DEM"

3 Input "100"

4 Check

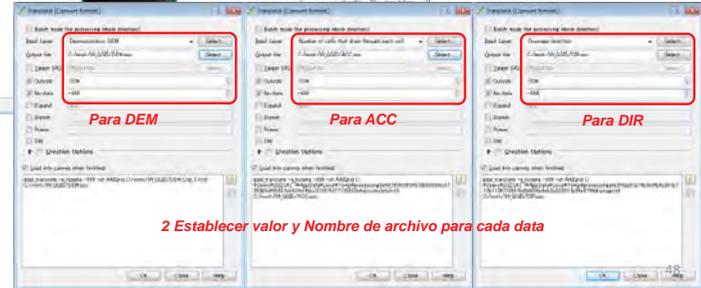
5 Check

\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

(3) Como crear archivo ASCII para modelo RRI utilizando QGIS



1 Click "Translate (Convert Format)" para cada data



Para DEM

Para ACC

Para DIR

2 Establecer valor y Nombre de archivo para cada data



\*Referencia para crear data de Elevación (DEM), Data de dirección de flujo(DIR) y Data de Acumulación de Flujo) utilizando QGIS

(3) Como crear archivo ASCII para modelo RRI utilizando QGIS

Paso 4. Lanzar macro (en "Making Asc File.xlsm")

3. 4.5 Sección transversal del río

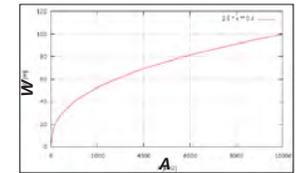
Fuente: cálculo basado en modelo uni-dimensional de encausamiento de río.

- ✓ Se asume una sección transversal rectangular del río
- ✓ Estimar el ancho y la profundidad del río como una función del área de captación. (A) para cada una de las celdas de la cuadrícula

Como aplicarlo:

- ✓ Usar las ecuaciones descritas abajo
- ✓ Usar parámetros empíricamente definidos

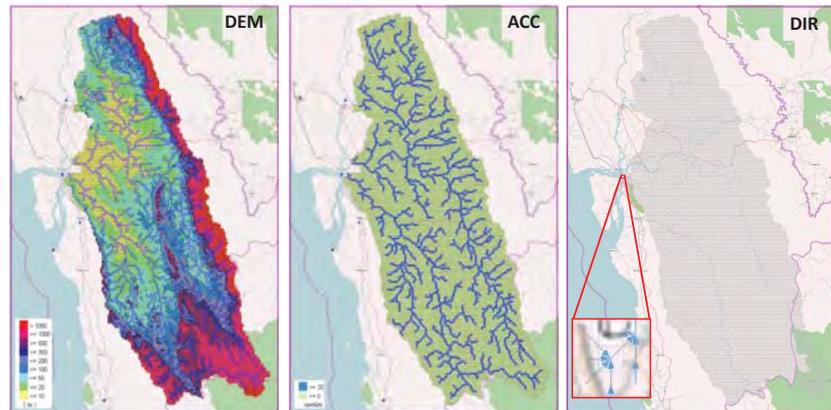
Ancho de Río:  $B = c_w A^{S_w}$   $c_w S_w$ : parámetro de ancho  
 Profundidad de Río:  $H = c_d A^{S_d}$   $c_d S_d$ : parámetro de profundidad



添付-9-45

3. 4.4 Elevación y dirección de flujo

Ejemplo de DEM, ACC y DIR para RRI.

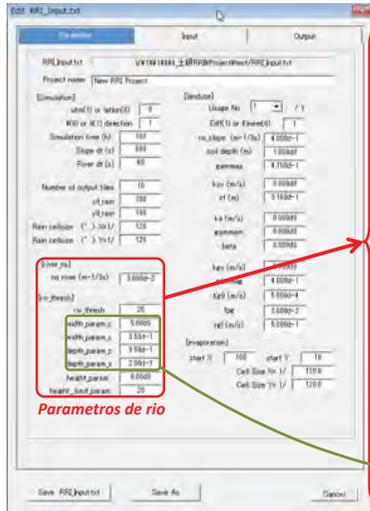


3. 4.5 Sección transversal del río

Archivo Ancho de Río (width.txt)



### 3.5.1 Parámetros - para río-



**Flujo de río**  
 $n_s$ -river ( $m^{-1/3}$ ): Coeficiente de rugosidad de Manning's en el canal del río  
 Rango: **0.015 - 0.04**

**Geometría de río**

- riv\_thresh: umbral para la acumulación de flujo (ACC)
- width\_param\_c: parámetro ancho de río (coeficiente),  $c_w$
- width\_param\_s: parámetro ancho de río (fuerza),  $s_w$
- depth\_param\_c: parámetro profundidad de río (coeficiente),  $c_d$
- depth\_param\_s: parámetro profundidad de río (power),  $s_d$
- height\_param: parámetro altura de banco de río
- height\_limit\_param: altura del banco limite superior del parámetro

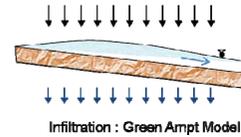
Configuración predeterminada por ecuaciones empíricas

$$\text{river width} = c_w \cdot A^{s_w}$$

$$\text{river depth} = c_d \cdot A^{s_d}$$

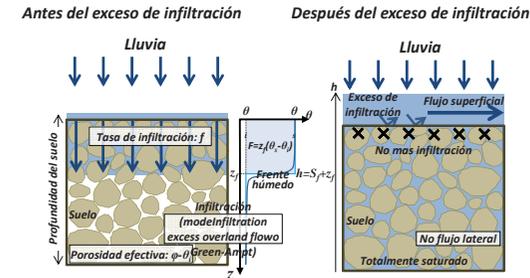
### 3.5.2 Parametros - para superficie y subsuperficie

#### 1) Infiltración vertical+ Infiltración de exceso de flujo terrestre



- ✓ Para área relativamente plana
- ✓ Solo se considera infiltración vertical en la superficie.
- ✓ Aplicar el modelo de infiltración (Raws et al., 1992).
- ✓ No se asume flujo lateral del subsuelo en el modelo RRI.
- ✓ Flujo superficial debido a exceso de infiltración
- ✓ Parámetros ajustables como abajo

En el modelo RRI, preliminarmente categorizaremos la cuadrícula como "área plana" o "área montañosa"

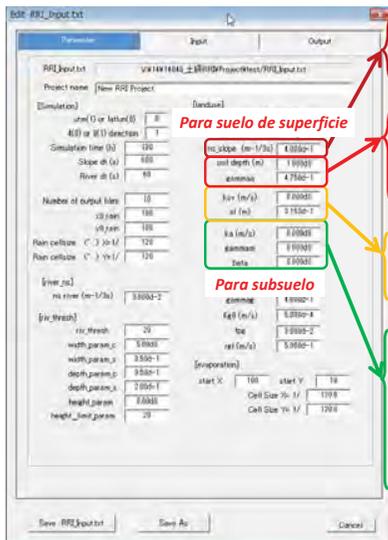


- ✓ Conductividad hidráulica:  $k_{sv}$
- ✓ Cabeza de succión en el frente húmedo:  $S_f$
- ✓ Profundidad de capa de suelo : profundidad de suelo
- ✓ Porosidad efectiva:  $\gamma = (\phi - \theta) S_f$

$$f = k_{sv} \left[ 1 + \frac{(\phi - \theta) S_f}{F} \right]$$

添付-9-47

### 3.5.2 Parámetros - para superficie y subsuperficie



**[Propiedades del suelo de la superficie]**  
 $n_s$ -slope ( $m^{-1/3}$ ): Coeficiente de rugosidad de Manning en el suelo de la superficie  
 Rango: 0.15 - 1.0 (por defecto: 0.3d0)

**Para suelo de superficie**

- [Propiedades de la capa del subsuelo] 1) & 2)**
- profundidad del suelo (m): profundidad de capa de tierra  
Rango: 0.5 - 2.0
- $\gamma$ (-): porosidad efectiva  
Rango: 0.3 - 0.5

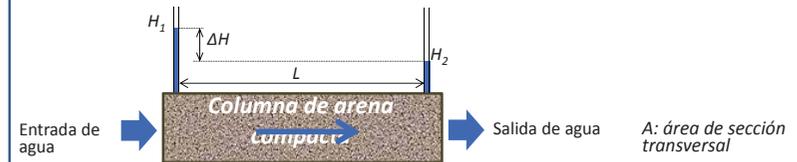
**Para subsuelo**

- [Propiedades de infiltración vertical: Modelo Green-Ampt] 1)**
- $k_{sv}$ (m/s): Conductividad hidráulica vertical saturada
- $S_f$ (m): succión en el frente vertical húmedo
- [Propiedades del flujo lateral del subsuelo: relación de ecuación de etapa-descarga] 2)**
- $k_b$ (m/s): Conductividad hidráulica lateral saturada
- $\gamma$ (-): porosidad en zona no saturada
- $\beta$  [B] (-): rango de conductividad hidráulica no saturada a conductividad hidráulica saturada.

### 3.5.2 Parámetros - para superficie y subsuelo

#### < Ley de Darcy >

Ley básica que describe el flujo permeable a través de un medio poroso



$$q = kA \frac{H_1 - H_2}{L}$$

$q$ : descarga ( $m^3/s$ )  
 $k$ : conductividad hidráulica (m/s)

Define una dirección de flujo como positiva,

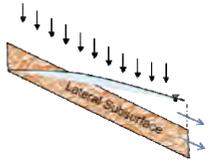
$$u = \frac{q}{A} = -k \frac{\partial H}{\partial x} = -ki$$

$u$ : velocidad media (m/s)  
 $i$ : gradiente hidráulica (-)

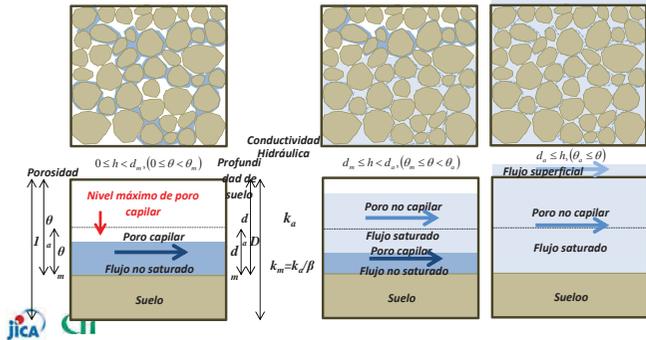
$\frac{\partial H}{\partial x}$  : valor negativo

### 3.5.2 Parámetros - para superficie y subsuperficie

#### 2) Flujo saturado de la sub superficie+ Exceso de saturación de flujo superficial



- ✓ Para área montañosa
- ✓ El flujo de la sub superficie saturado es considerado flujo lateral.
- ✓ Aplicar ecuación de relación etapa-descarga (Tachikawa et al., 2004).
- ✓ La ecuación asume que la tasa de infiltración vertical dentro del suelo es infinita.
- ✓ Los poros están divididos en dos regiones como matriz (poros capilares) y macro poros (poros no capilares).
- ✓ Flujo superficial debido al exceso de saturación
- ✓ Parámetros ajustables como abajo (en el recuadro)



- ✓ Conductividad hidráulica lateral saturada:  $k_0$
- ✓ Porosidad en suelo no saturado:  $\gamma$
- ✓ Rango de conductividad hidráulica no saturada a conductividad hidráulica saturada:  $\beta$
- ✓ Profundidad de capa de suelo:  $\text{soildepth}$
- ✓ Porosidad efectiva:  $\gamma_{\text{eff}} (= \phi - \theta)$

65



### 3.5.4 Parámetros – para diferentes texturas de suelo -

En la infiltración de Green-Ampt

Soil texture class	$k_{sr}$ (m/s)	$\phi$ [gammaa]	$S_r$ (m) [faif]
Sand	6.54E-05	0.437	0.0495
Loamy sand	1.66E-05	0.437	0.0613
Sandy loam	6.06E-06	0.453	0.1101
Loam	3.67E-06	0.463	0.0889
Silt loam	1.89E-06	0.501	0.1668
Sandy clay loam	8.33E-07	0.398	0.2185
Clay loam	5.56E-07	0.464	0.2088
Silty clay loam	5.56E-07	0.471	0.273
Sandy clay	3.33E-07	0.43	0.239
Silty clay	2.78E-07	0.479	0.2922
Clay	1.67E-07	0.475	0.3163

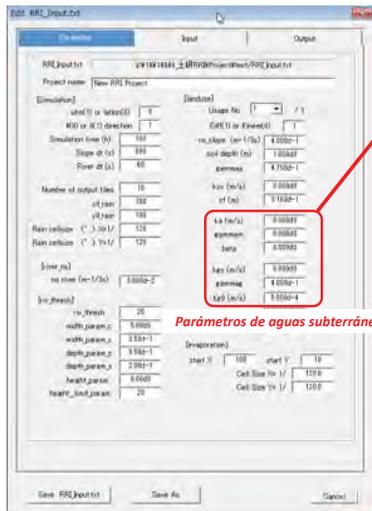
De: Rawls, W. J. et al., 1992. Infiltration and soil water movement. In: Handbook of hydrology, New York: McGraw-Hill Inc., 5.1-5.51. (Unidades han sido convertidas para el modelo RRI)



67

添付-9-48

### 3.5.3 Parámetros - para aguas subterráneas -



**NO CAMBIE estos valores.**

Estos parámetros son utilizados para el computo de aguas subterráneas, sin embargo, el algoritmo esta aun siendo desarrollado y no esta listo aun. Establezca "kgv=0.00d0" para evitar el computo de aguas subterráneas.

Parámetros de aguas subterráneas

66



# Capitulo 4

## Procedimientos básicos para el modelado con GUI

- Como crear la cuenca del rio ICA (condición actual) con modelo RRI -

## A) Extraer la cuenca objetivo

添付-9-49

## 4 .Reseña de Capacitación

- ✓ Inicialmente, utilizaremos la cuenca del rio ICA para familiarizarnos con el modelado RRI.

### Procedimientos Básicos para el Modelado

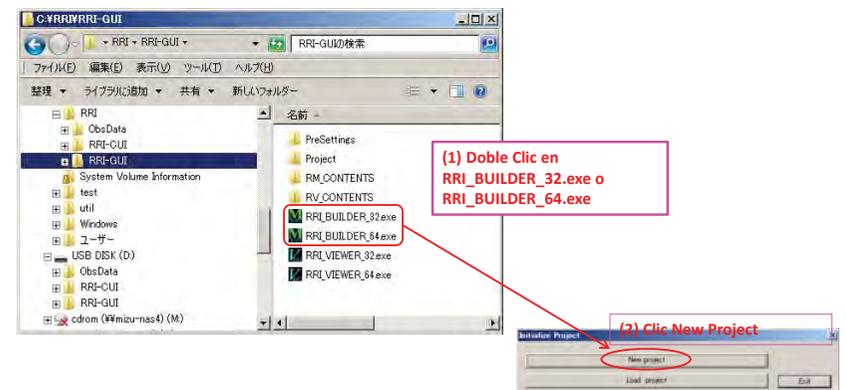
- A) Extraer la cuenca objetivo
- B) Extraer cobertura de suelo y suelo
- C) Establecer parámetros de rio
- D) Usar media de precipitaciones en la cuenca
- E) Ejecutar RRI
- F) Ver resultados



## A) Extraer la cuenca objetivo

### A-1) Iniciar RRI

- ◆ **Iniciar** RRI y **Crear** un nuevo proyecto



A) Extraer la cuenca objetivo  
A-2) Establecer folder para nuevo proyecto

◆ Crear Nuevo folder para proyecto

(1) Establecer nombre del proyecto

(2) seleccionar "LATLON"

(3) seleccionar "archivo Dem" file

(4) seleccionar "archivo ACC"

(5) seleccionar "archivo DIR"

(6) Click "OK"

(7) Clic "OK"

Revisar folder "proyecto".  
El nuevo folder proyecto ha sido creado.

A) Extraer la cuenca objetivo  
A-2) Establecer folder para nuevo proyecto

◆ Revisar data DEM

(1) Seleccionar botón "EDIT"

(2) Seleccionar "DEM"

Puede también revisar "DIR" y "ACC".

Data ACC

添付-9-50

A) Extraer la cuenca objetivo  
A-2) Establecer folder para nuevo proyecto

◆ Ejemplo de data DEM para modelo RRI

Tamaño cuadrícula: 180m × 180m  
Numero de cuadrículas: 550 × 844 (total: 464,200)

Parte del encabezado

n filas

n columnas

A) Extraer la cuenca objetivo  
\*Referenciar la resolución de la data de elevación

El tiempo de computo dependerá del a resolución.  
Pero, la exactitud de la simulación depende también de la resolución.

Alta resolución

Baja resolución

largo

corto

preciso

no preciso

Tiempo de computo

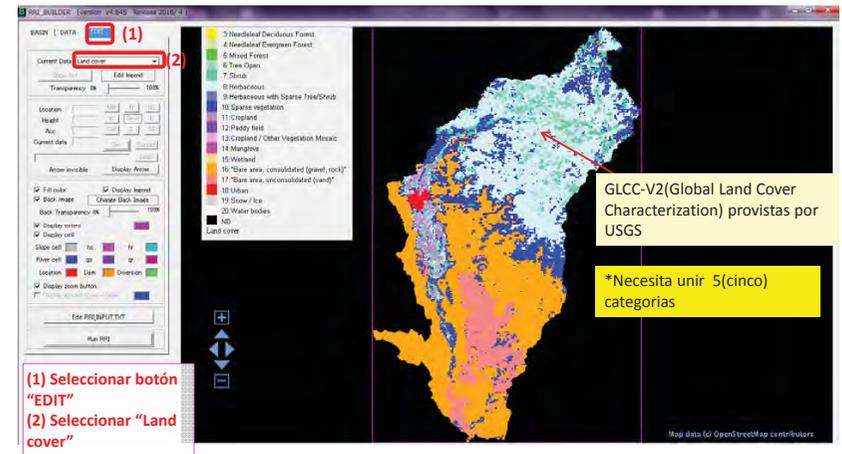
Precisión de la simulación

En este curso de entrenamiento, usamos un modelo de resolución de 180m x 180m para la cuenca del rio ICA. Si su computador no es muy potente, puede cambiar la resolución para acortar el tiempo de calculo.

## B) Extraer cobertura de suelo y suelo

## B) Extraer cobertura de suelo y suelo B-1) Establecer tipo de suelo

◆ **Check** data de cobertura de tierra y data de suelo utilizando GUI

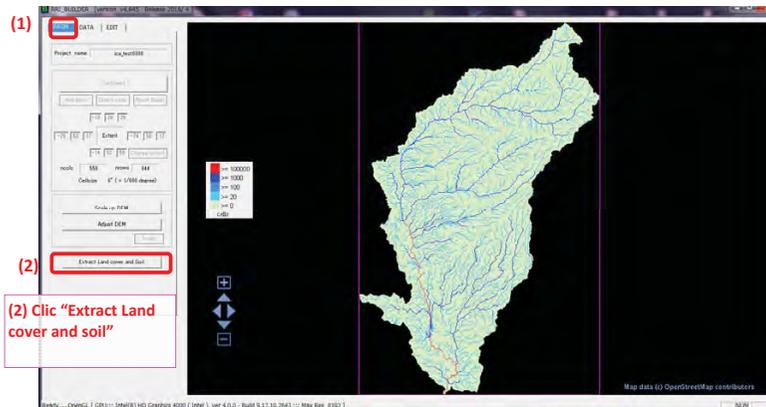


添付-9-51

## B) Extraer cobertura de suelo y suelo B-1) Establecer el tipo de suelo

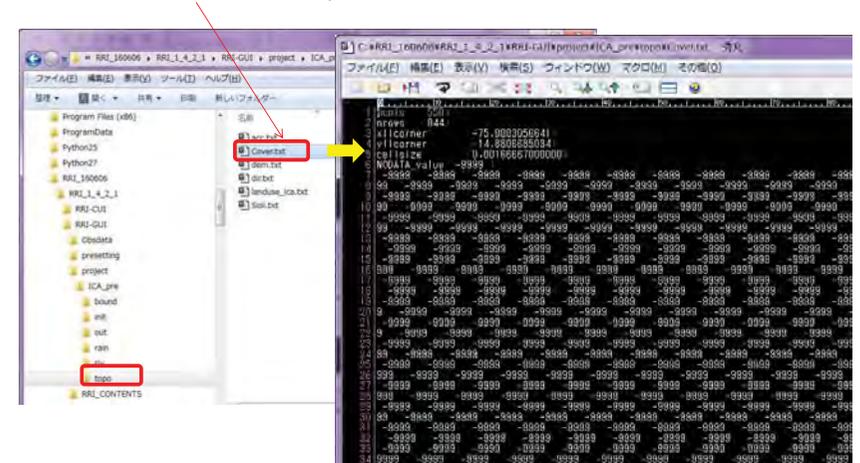
◆ **Extraer** data de cobertura de suelo y suelo utilizando GUI

En este ejemplo, se utilizo GLCC-V2(Global Land Cover Characterization) provisto por el USGS . Data original de cobertura de suelo es muy detallada para asignarle todos los parámetros diferentes ; por lo tanto, tipos de cobertura similar fueron agrupadas en 5(cinco) categorias: Urbano, bosque, sembrío, pantanos y cuerpo de agua.



## B) Extraer cobertura de suelo y suelo B-1) Establecer tipo de suelo

◆ **Check** la data de cobertura de tierra  
Ver "Cover.txt" en folder "topo"



B) Extraer cobertura de suelo y suelo

B-1) Estableciendo el tipo de suelo

◆ **Re-clasificando** data de cobertura de suelo

Re agrupar la categorización del uso de tierra en 5 clases usando software GIS o excel. Luego de re clasificarlo en 5 clases, tiene que crear la data "ASCII" a ser importada al modelo RRI.

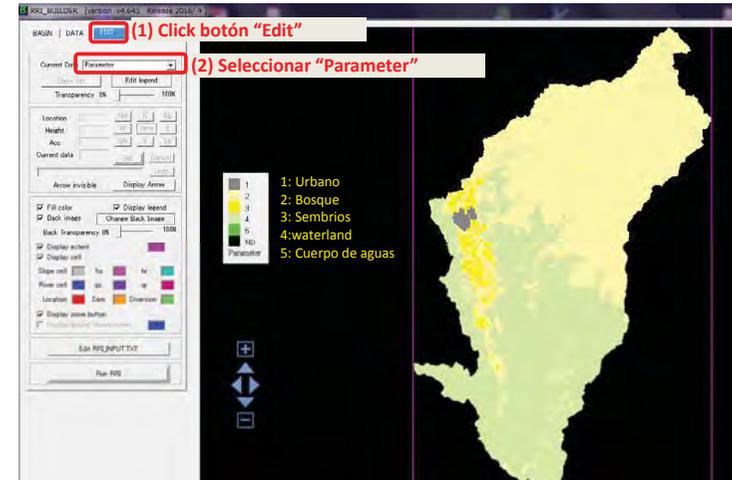
- 1:Urbano
- 2:bosque
- 3:sembrío
- 4:waterland
- 5:cuerpo de agua

Data original		Data re-clasificada	
Code	Class Name	Code	Class Name
1	Broadleaf Evergreen Forest	2	Broadleaf Evergreen Forest
2	Broadleaf Deciduous Forest	2	Broadleaf Deciduous Forest
3	Needleleaf Evergreen Forest	2	Needleleaf Evergreen Forest
4	Needleleaf Deciduous Forest	2	Needleleaf Deciduous Forest
5	Mixed Forest	2	Mixed Forest
6	Tree Open	2	Tree Open
7	Shrub	2	Shrub
8	Herbaceous	2	Herbaceous
9	Herbaceous with Sparse Tree/Shrub	2	Herbaceous with Sparse Tree/Shrub
10	Sparse vegetation	2	Sparse vegetation
11	Cropland	3	Cropland
12	Paddy field	3	Paddy field
13	Cropland / Other Vegetation Mosaic	3	Cropland / Other Vegetation Mosaic
14	Mangrove	5	Mangrove
15	Wetland	4	Wetland
16	Bare area,consolidated(gravel,rock)	4	Bare area,consolidated(gravel,rock)
17	Bare area,unconsolidated (sand)	4	Bare area,unconsolidated (sand)
18	Urban	1	Urban
19	Snow / Ice	5	Snow / Ice
20	Water bodies	5	Water bodies

B) Extraer cobertura de suelo y suelo

B-1) Estableciendo el tipo de suelo

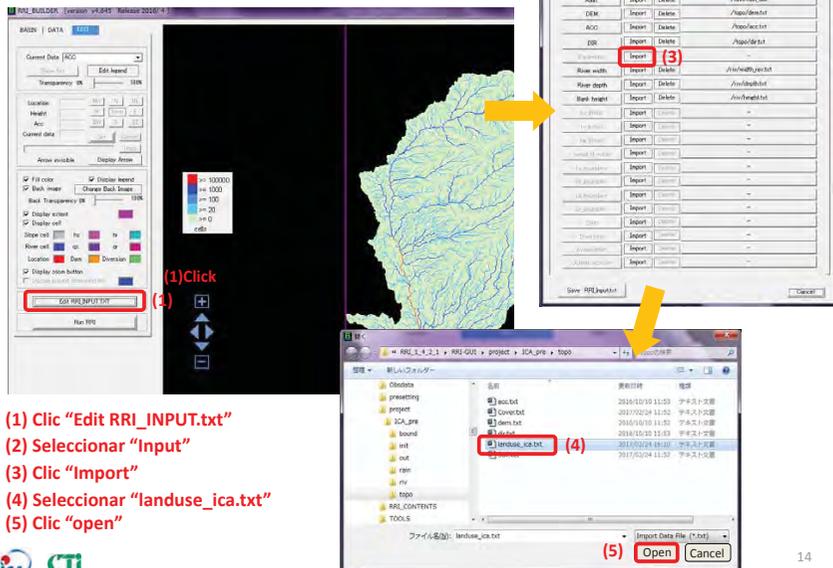
◆ **Check** data uso de suelo (nueva data creada) por GUI



添付-9-52

B) Extraer cobertura de suelo y suelo

B-1) Estableciendo el tipo de suelo

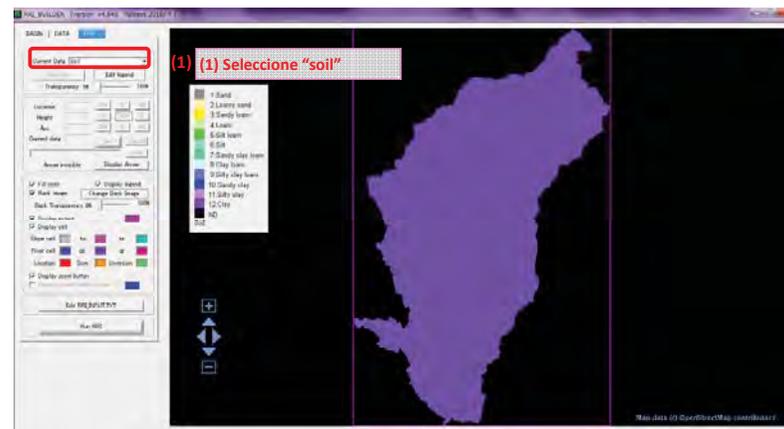


- (1) Clic "Edit RRI\_INPUT.txt"
- (2) Seleccionar "Input"
- (3) Clic "Import"
- (4) Seleccionar "landuse\_ica.txt"
- (5) Clic "open"

B) Extraer cobertura de suelo y suelo

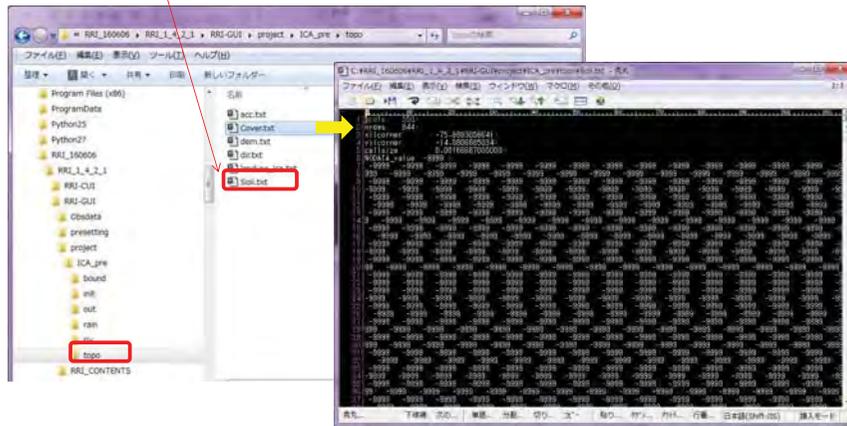
B-2) Estableciendo data del suelo

◆ **Check** la data del suelo que fue extraída previamente.



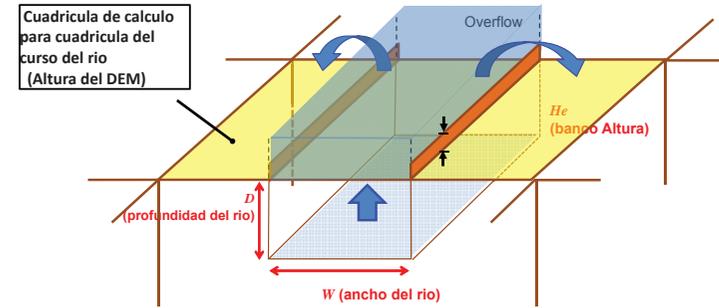
B) Extraer cobertura de suelo y suelo  
**B-2) Estableciendo data del suelo**

- ◆ Check la data del suelo  
 Ver "soil.txt" en el folder "topo"



C) Establecer parámetros del río  
**C-1) Descripción de los parámetros de río**

- ◆ Parámetros de río  
 Para aplicar el calculo unidimensional se deberán establecer la, **profundidad del río (D)**, el **ancho del río(W)** y la **altura del os bancos (He)**.



Pero estos parametros son dificiles de establecer debido a la poca informacion....

添付-9-53

**C) Establecer parámetros del río**

C) Establecer parámetros del río  
**C-1) Descripción de los parámetros de río**

- ◆ Ecuaciones empíricas  
 Para la primera opción,  
 Los parámetros de las siguientes ecuaciones deben de ser los apropiados para que representen las condiciones del área de captación.

$$width = c_w A^{S_w}$$

$$depth = c_d A^{S_d}$$

Width(ancho) y depth(profundidad): [m]

En donde  
 A : área de captación aguas arriba [km<sup>2</sup>] por cada una de las cuadrículas de río.  
 Cw: parámetro  
 Cd: parámetro  
 Sw: parámetro  
 Sd : parámetro

C) Estableciendo Parámetros para el modelo del Río  
C-2) Establecer parámetros

◆ Estableciendo parámetros de río

El parámetro "river threshold" (umbral del río) define el umbral de acumulación de flujo (ej. Número de celdas aguas arriba) para distinguir las celdas del río o celdas de pendiente. Recuerde que para el modelo RRI, la pendiente existe aun en una cuadrícula de río.

Mantenga los "Default values"

Cuando se establece el set de data, el color en esta celda se tornara verde

Aun si la altura del banco es cero, esto debe de hacerse.

(1) Click boton "DATA"  
(2) Click "Set river" para abrir ventana de parámetro  
(3) Click "Make File"  
(4) Click "Yes" para guardar el archivo creado.  
(5) Continue "Make File" para Profundidad de Río y Altura de Banco

C) Establecer parámetros para el río  
C-2) Estableciendo parámetros

◆ Revise la data del río (profundidad)

(1) Click el botón "EDIT"  
(2) Seleccione "River depth (m)"

(3) Doble Click alrededor de "●"  
(4) Revise data mostrada en "Edit .....River depth (m)"

添付-9-54

C) Estableciendo Parámetros para el modelo del Río  
C-2) Establecer Parámetros

◆ Revisar la data del río (ancho)

(1) Click en el boton "EDIT"  
(2) Seleccione "River width (m)"

(3) Doble Click alrededor de "●"  
(4) Check data show in "Edit .....River width (m)"

C) Establecer parámetros del río  
C-3) Estableciendo el ancho y la profundidad del Río

◆ Revise en ancho actual del río

Revise el ancho actual del río a través de una fotografía satelital (ej. Google Map) y modifique lo establecido en el modelo RRI .

C) Establecer parámetros del río

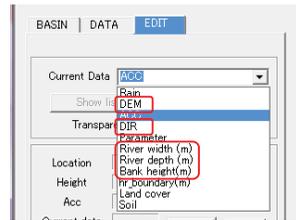
C-4) Modificación

◆ Modificación de la alineación del río

Basados en el mapa y las fotos satelitales, el cauce del río deberá de ser modificado para **to meet the modeled river route to actual one.???**



Para modificar el canal del río, por lo menos 5 archivos deberán de ser cargados de manera **manual** (DEM, DIR, ancho de río , profundidad de río , altura de bancos)



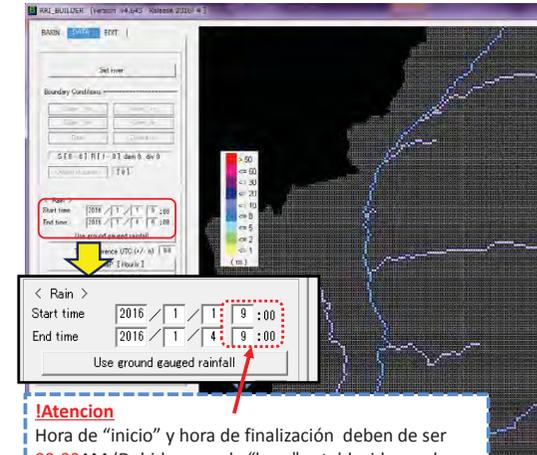
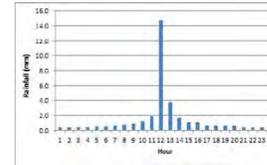
D) Uso de pluviómetros en tierra

D-1) Estableciendo periodo de simulación

◆ Establecer periodo de simulación

En este ejemplo se establece el periodo de simulación en 4 días. Se establece el periodo de simulación de manera tentativa entre el 1/1/2016 y 4/1/2016 .

Probabilidad de precipitación periodo de retorno de 100 años



- (1) Click en "DATA Tab"
- (2) Ingrese periodo de simulación Establecerlo desde el 1/1/2016 a las 09:00 hasta el 4/1/2016 09:00

**!Atencion**  
 Hora de "inicio" y hora de finalización deben de ser 09:00AM (Debido a que la "hora" establecida en el archivo CSV de precipitaciones es 09:00. Si la hora de inicio y finalización no coincide con la hora en el archivo csv, no funcionara en esta versión de GUI.)

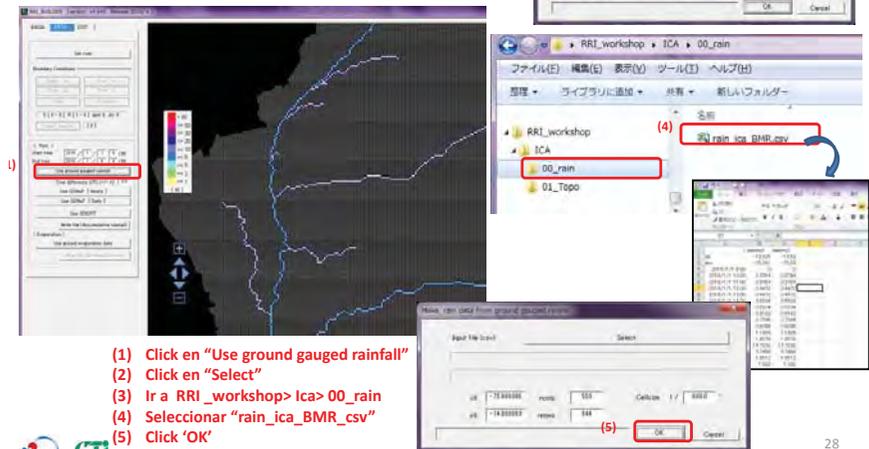
添付-9-55

D) Uso de pluviómetros en tierra

D) Uso de pluviómetros en tierra

D-2) Establecer data de precipitaciones en 2D

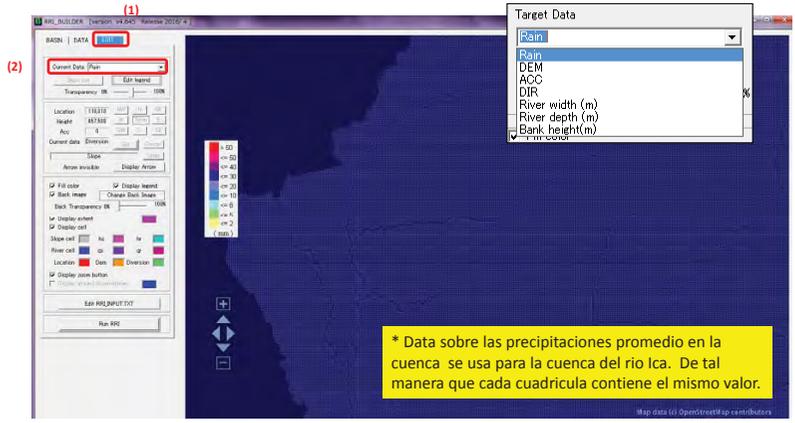
- ◆ Usar probabilidad de precipitaciones (100 años)
- Preparar data de precipitaciones 1/100 la cual es la **Precipitación Media de la Cuenca.**



- (1) Click en "Use ground gauged rainfall"
- (2) Click en "Select"
- (3) Ir a RRI\_workshop > Ica > 00\_rain
- (4) Seleccionar "rain\_ica\_BMR\_csv"
- (5) Click "OK"

D) Uso de pluviómetros en tierra  
D-2) Establecer data de precipitaciones en 2 D

- GUI puede mostrar precipitaciones acumuladas (1) Click en botón "EDIT" (2) Seleccionar "rain"



D) Uso de pluviómetros de tierra  
\*Referencia; uso de data obtenida a nivel de tierra con pluviómetros

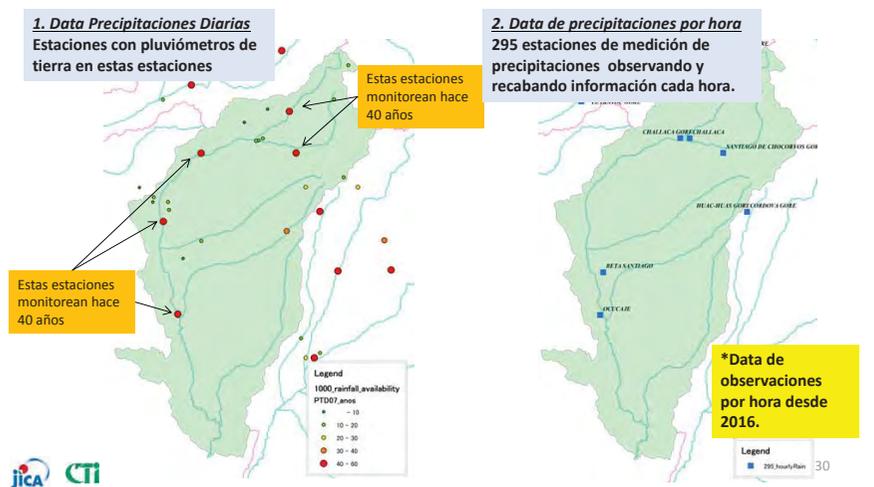
- El ejemplo del ingreso de data (formato CSV ) para RRI

	BETA SANTIAGO	CHALLACA	CHALLACA GORE	OCUCAJE	SANTIAGO DE CHOCORVOS
Lat	-14.23739	-13.78361	-13.78333	-14.38244	-13.83333
Lon	-75.67022	-75.36694	-75.4	-75.68128	-75.25
2016/4/1 0:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 1:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 2:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 3:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 4:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 5:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 6:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 7:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 8:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 9:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 10:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 11:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 12:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 13:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 14:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 15:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 16:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 17:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 18:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 19:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 20:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 21:00	0	0	0	0	0
2016/4/1 22:00	0	0	0	0	0

添付-9-56

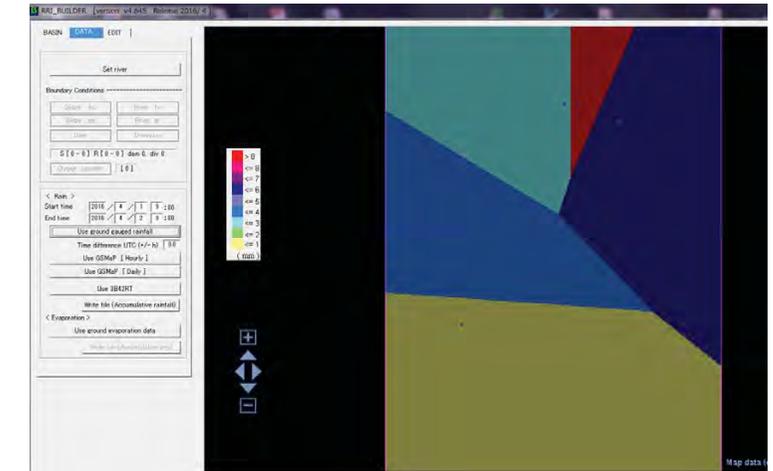
D) Uso de pluviómetros en tierra  
\*Referencia; uso de data recabada por pluviómetros en tierra

Si se quiere utilizar data real directa de los pluviómetros en tierra para estimar la descarga del rio o el área de inundación, se puede observar esta data de las estaciones de tierra e ingresarlas. primero, tendrá que preparar las coordenadas de cada estación y observar la data de precipitación por hora.



D) Uso de pluviómetros de tierra  
\* Referencia; uso de data obtenida a nivel de tierra con pluviómetros

- El ejemplo del a medición en tierra (Método Thiessen, basado en data por hora)

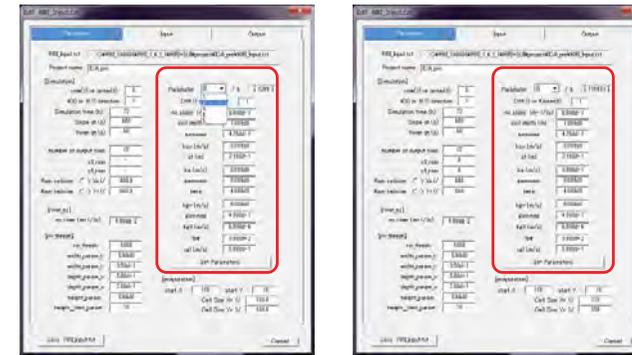


## E) Ejecutar RRI

## E) Ejecute RRI

### E-1) Haga check input

- ◆ Ingrese parámetros para cada uso de tierra.



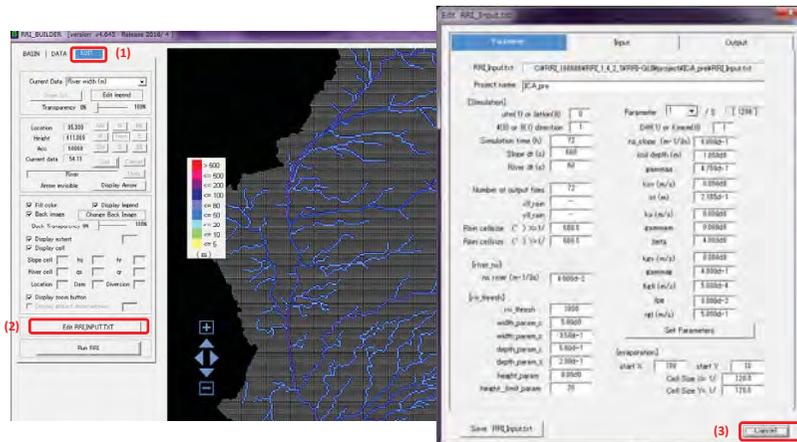
\* Habrán valores mostrados por defecto. Estos deberán de ser afinados a través de la calibración.

## E) Execute RRI

### E-1) Check input

Adicionalmente, encontrará parámetros y otras plataformas de ingreso de si hace click en "EDIT RRI\_INPUT.TXT".

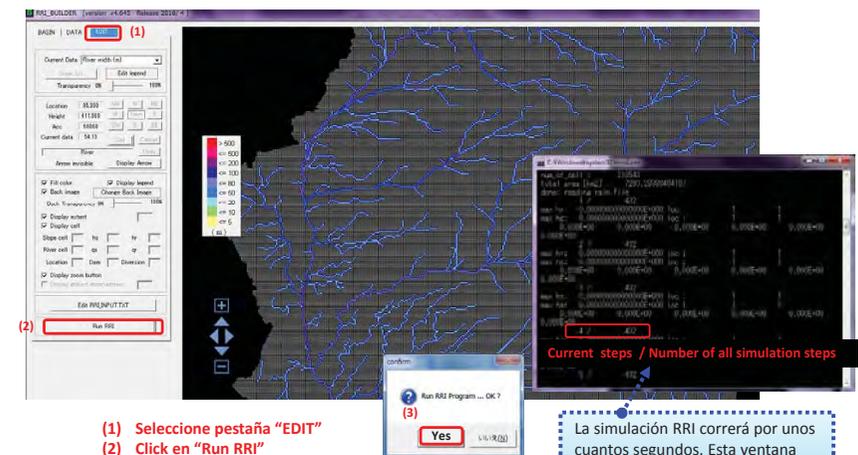
La edición del valor será reflejada en el archivo "Chapters 3.pptx 3.5.1 parameters".



## E) Ejecute RRI

### E-2) Ejecute RRI

- ◆ Ahora, esta listo para correr la simulación RRI !!



- (1) Seleccione pestaña "EDIT"
- (2) Click en "Run RRI"
- (3) Click en "Yes"
- (4) Corriendo (Command prompt mostrara el proceso del calculo mientras dure)

La simulación RRI correrá por unos cuantos segundos. Esta ventana desaparecerá (command prompt) una vez completada la simulación.

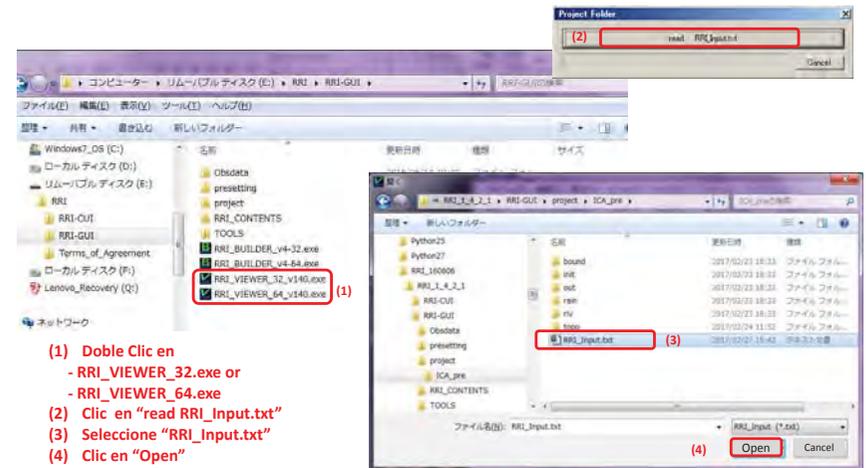
## F) Observe los Resultados

### F) Observando Resultados

#### F-2) Poniendo en marcha el RRI\_VIEWER

◆ Ponga en marcha el RRI\_VIEWER

RRI\RRR-GUI\RRR\_VIEWER\_32.exe or RRI\_VIEWER\_64.exe



- (1) Doble Clic en  
- RRI\_VIEWER\_32.exe or  
- RRI\_VIEWER\_64.exe
- (2) Clic en "read\_RRI\_Input.txt"
- (3) Seleccione "RRI\_Input.txt"
- (4) Clic en "Open"

### F) Observe los Resultados

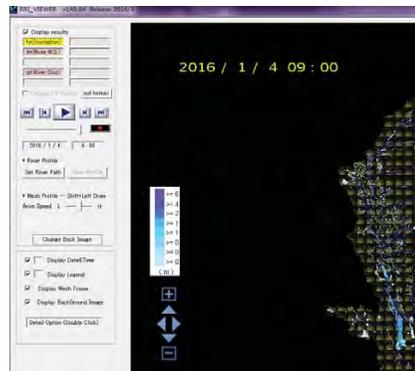
#### F-1) Resumen del RRI\_VIEWER

El GUI del modelo RRI esta separado en dos aplicaciones, **Builder** y **Viewer**.  
Para revisar la simulación del modelo RRI, use **RRI\_VIEWER.exe**.

En esta capacitación, estamos aprendiendo las funciones que se muestran a continuación.

#### FUNCIONES A APRENDER

1. Inundation depth (2- dimensional )
2. Inundation depth time series (point)
3. River water depth (2- dimensional )
4. River discharge (2- dimensional )
5. Hydrograph time series (point)
6. Profile of river water level
7. Profile of inundation depth

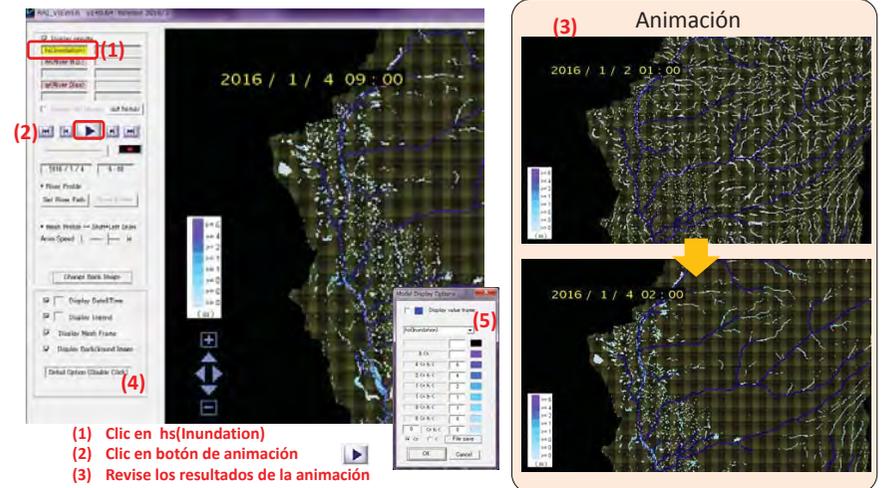


RRI\_VIEWER.exe

### F) Observe los Resultados

#### F-3) Observe el Resultado

##### 1. Animación del a profundidad de la inundación

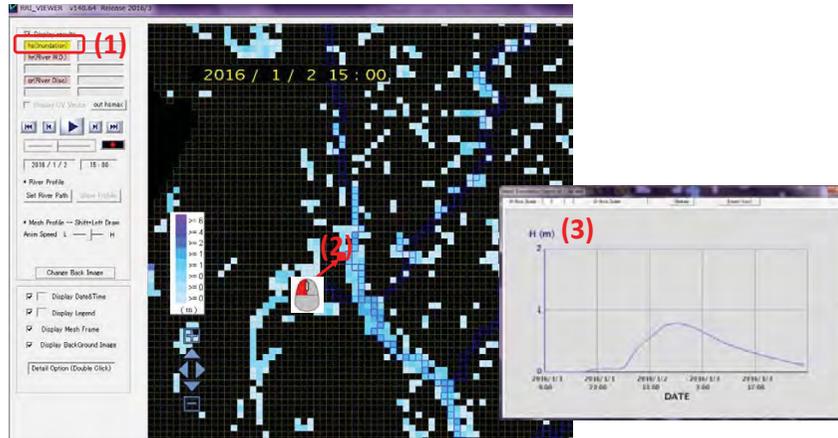


- (1) Clic en hs(Inundation)
- (2) Clic en botón de animación
- (3) Revise los resultados de la animación
- (4) Doble Clic para abrir ventana de "Model Display Options"
- (5) Color de la leyenda puede ser variado.

F) Observe los Resultados

F-3) Observe los resultados

2. Secuencias de la profundidad de la inundación.

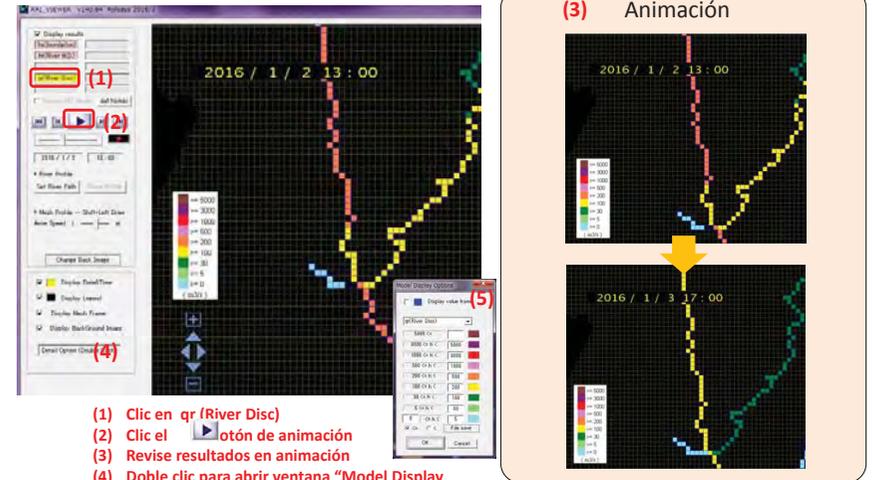


- (1) Clic en hs(Inundation)
- (2) Doble Clic en la celda que se mostrara.
- (3) Revise los resultados de la secuencia de "Inundation Depth" en la celda seleccionada

F) Observe los Resultados

F-3) Observe los Resultados

4. Animacion de la descarga del rio

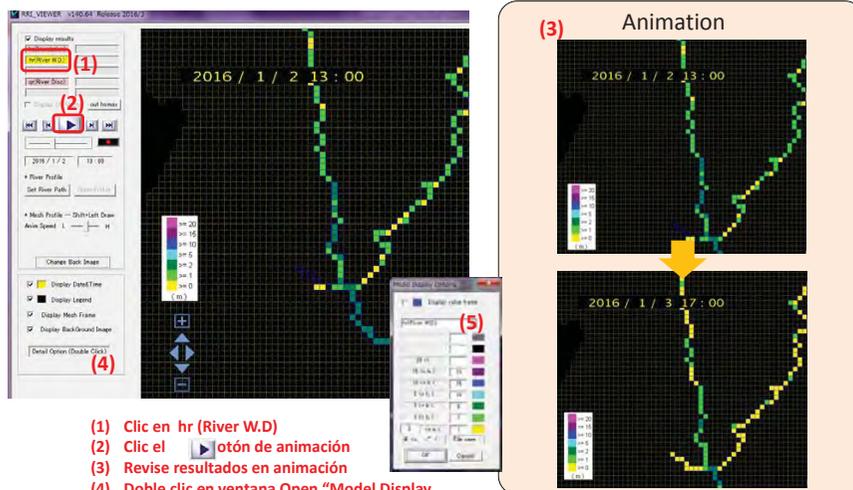


- (1) Clic en qr (River Disc)
- (2) Clic el botón de animación
- (3) Revise resultados en animación
- (4) Doble clic para abrir ventana "Model Display Options"
- (5) El color de las leyendas puede ser cambiado.

F) Observe los Resultados

F-3) Observe los Resultados

3. Animación de la profundidad del agua de rio

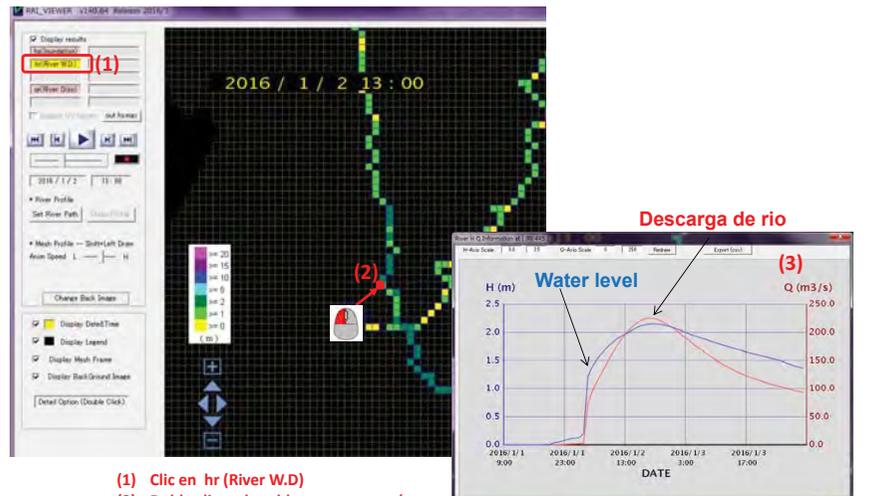


- (1) Clic en hr (River W.D)
- (2) Clic el botón de animación
- (3) Revise resultados en animación
- (4) Doble clic en ventana Open "Model Display Options"
- (5) El color de las leyendas puede ser cambiado.

F) Observe los Resultados

F-3) Observe los Resultados

5. Hidrografía (Profundidad de agua/ Descarga de rio) series por tiempo

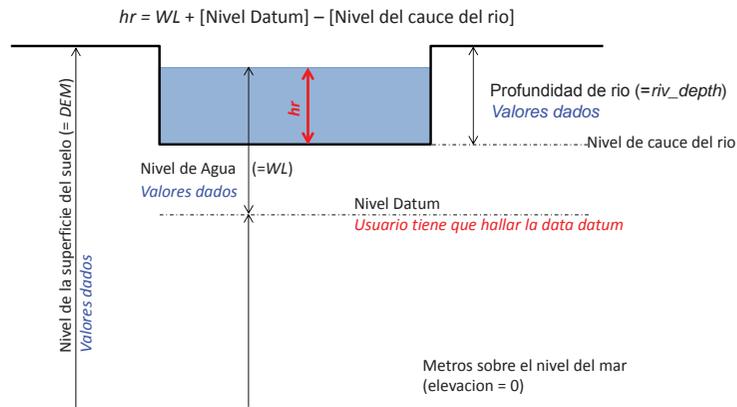


- (1) Clic en hr (River W.D)
- (2) Doble clic en la celda que aparecerá
- (3) Revise los resultados de las series por tiempo de "Water depth" o "River discharge" en la celda seleccionada.

F) Observe los Resultados

### F-3) Observe los Resultados

Para introducir el nivel de agua observado (WL) como condición de limite en el modelo RRI, se debe de preparar "hr", definido como profundidad de agua de rio. Antes de esto, debe de revisar la datum de niveles que se usa en el Perú.  
(Nota: la unidad de WL es "cm". Por otro lado, la unidad de hr es definida como "m". NO use lo recabado para WL sin una unidad de conversión.)



F) Observe los Resultados

### F-3) Observe los Resultados

#### 6. Perfil del flujo de rio (2/2)

添付-9-60

F) Observe los Resultados

### F-3) Observe los Resultados

#### 6. Perfil del flujo del rio (1/2)

F) Observe los Resultados

### F-3) Observe los Resultados

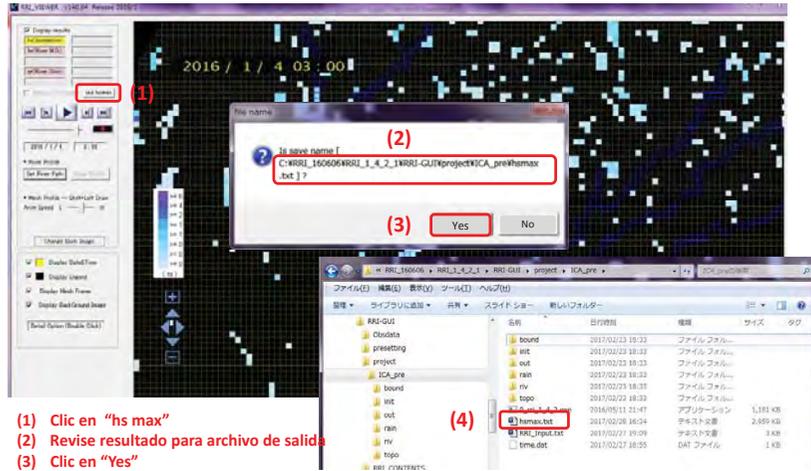
#### 7. Perfil de la profundidad de inundación

El perfil de la profundidad de inundación puede ser fácilmente revisado.

F) Observe los Resultados

F-4) Salida del resultado

- ◆ Salida de profundidad máxima de inundación



- (1) Clic en "hs max"
- (2) Revise resultado para archivo de salida
- (3) Clic en "Yes"
- (4) Profundidad máxima de inundación es "hsmax.txt"



F) Visualice los resultados

F-5) Check profundidad máxima de Inundación.

- ◆ Check profundidad máxima de Inundación



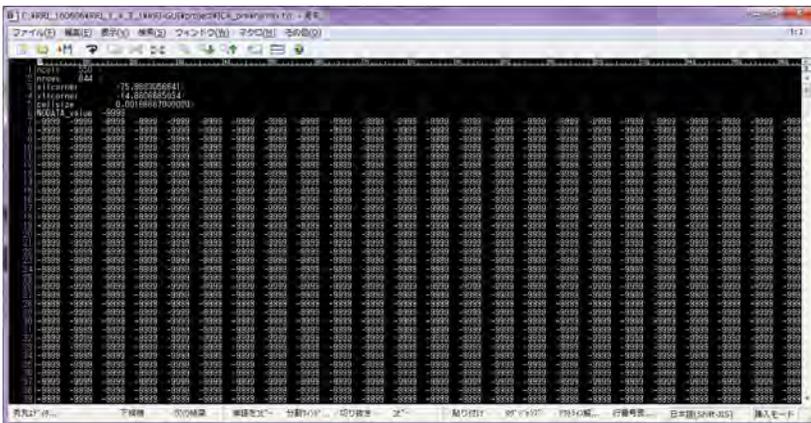
添付-9-61

F) Observando los Resultados

F-4) Salida del resultado

- ◆ Salida de Profundidad Máxima de Inundación.

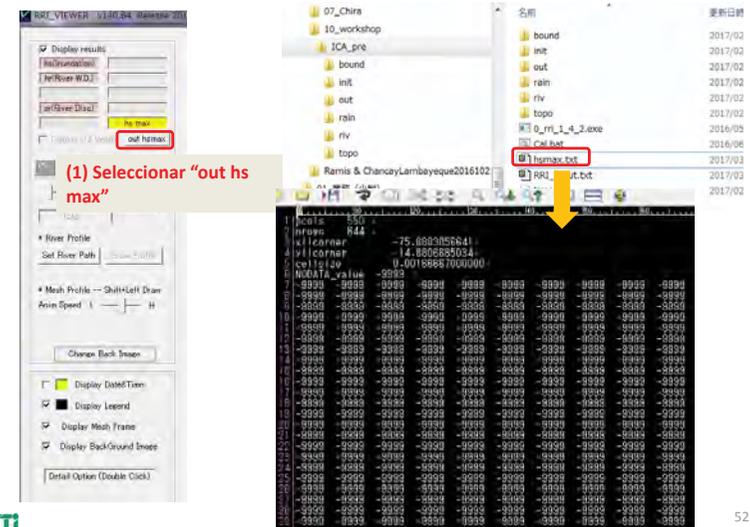
hsmax.txt



F) Observe los Resultados

F-6) Resultado de profundidad máxima de inundación

- ◆ **exportar** profundidad máxima de inundación



## G) Calibración

## \* Referencia ; Inundación Histórica en el área

### ◆ Área Metropolitana de Tokio HP

[http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suiqai\\_kiroku/kako.htm](http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suiqai_kiroku/kako.htm)

Información sobre ?? Áreas de inundación pasadas y situación de daños ha sido organizada y publicada por el gobierno metropolitano de Tokio.



## G) Calibración

Luego del calculo de la situación actual, y para estudiar la validez del modelo analizado, la siguiente data se uso para revisar la data ingresada (alineación, ancho de canal, profundidad) así como los parámetros. El modelo analizado tiene que parecerse a la descarga actual de flujo de diseño para en área al momento de la inundación.

### < Data Necesaria para la Calibración >

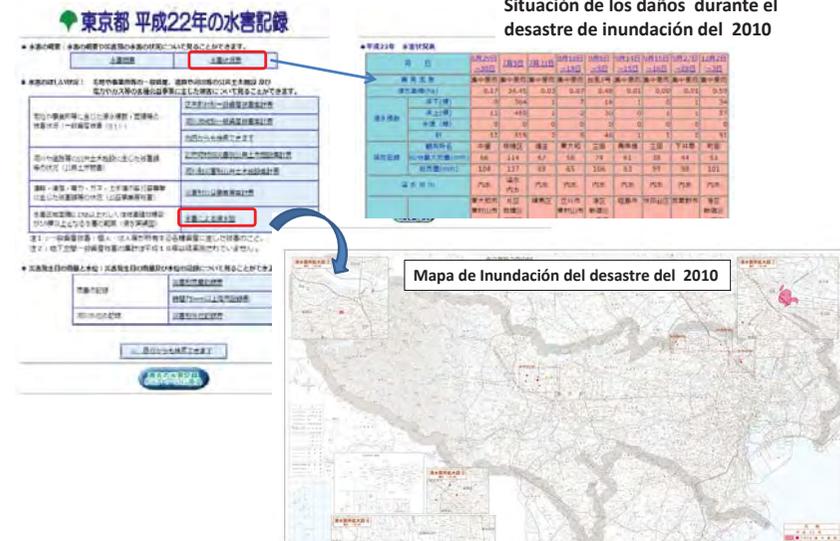
- Data observada de la descarga del rio y niveles de agua (data por hora y diaria)
- Data sobre precipitaciones , descarga del rio, nivel de aguas y áreas inundadas durante el ultimo periodo de inundaciones.

### < Data necesaria para mejorar la precision del modelo de analisis >

- **Data de Precipitaciones**  
⇒ Con el propósito de obtener la distribución espacial de las características de las precipitaciones tales como, lluvias intensas focalizadas, *sufficient observation density is necessary.*
- **Data observada sobre la descarga de rio y niveles de agua (data por hora y diaria)**  
⇒ En el Perú solo hay data diaria (observada 4 veces al día) y es difícil obtener el flujo máximo de descarga de una avenida. Por lo tanto, es necesario acumular y obtener data por hora en el futuro.
- **Precipitaciones, Descarga de Rio/nivel de agua y área de inundación durante periodos de inundación pasados.**  
⇒ Es necesario llevar a cabo una evaluación de daños al momento de la inundación para entender en area de inundación y la extensión de los daños. El mapa que muestre estos detalles deberá de ser producido y el Perú tendrá de mantener estos para poder confirmar la data histórica.

## \*Referencia ; Inundación Histórica en el área

Situación de los daños durante el desastre de inundación del 2010



# Capítulo 5

## Procedimiento básico para el modelado con GUI

- Como crear un plan de control de inundaciones utilizando RRI-GUI

- 5.1 Estudio de las contramedidas
- 5.2 Área de inundación (revisión)
- 5.3 Estableciendo el área objetiva
- 5.4 Prevención de desastres por inundación.
  - a. Mejoramiento de diques y canales de río
  - b. Cuencas de retardo
  - c. Cambio de la regla actual de operación de diques
- 5.5 Visualizando el área de inundación

## 5.1 Estudio de las contramedidas

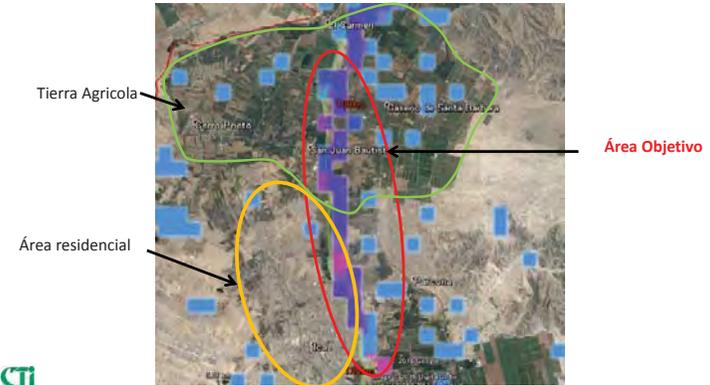
### 5.1.1 Estableciendo el área objetivo

◆ Selección de la locación para la implementación de contramedidas para la inundación.

<Área de control de inundación: Selección del "Área objetivo">

✓ Aun así se inundan, contramedidas para la inundación no se toman para áreas en donde no hay o hay muy pocos bienes.

En la selección del área objetivo, basado en la información de imágenes satelitales, una región en donde tierras agrícolas y áreas residenciales es seleccionada como área objetivo en un área de inundación.



添付-9-63

## 5.1 Estudio de las contramedidas

Esboce un plan de contramedidas para inundaciones para protegerse de los daños causado por esta utilizando el análisis de lluvia - escorrentía y de inundaciones.

<Política básica para contramedidas de inundaciones>

- ✓ Prevención de inundación por desbordamientos por las protecciones y terraplenes

Considere las siguientes dos alternativas para la construcción de diques

1. Mitigación de la descarga del flujo aguas abajo a través de una cuenca de retardo
2. Mitigación de la descarga del flujo aguas abajo por descarga de la regla de la represa existente

Evaluación del área de inundación bajo las condiciones actuales --- Capítulo 4

Estableciendo áreas de Protección  
 - Área residencial  
 - Tierras agrícolas  
 - Áreas industriales

Medida de Control de Inundaciones

- a. Mejoras en diques y canales de ríos
- b. Cuencas de retardo
- c. Cambio de la actual regla de operación de represas

Capítulo 5

## 5.1 Estudio de las contramedidas

### 5.1.2 Medidas de Control de Inundación

◆ Medidas de control de Inundación (Dique y Revestimiento) (1/2)

La cantidad de obras de dique y revestimiento ribereño se calculará determinando la altura y la forma de la sección del dique y la especificación del revestimiento ribereño necesario del área objetivo de cada cuenca, de acuerdo con las "Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)".

#### 1. Dique y Revestimiento

Descarga de Flujo de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Borde libre (m)	Ancho de Corona (m)	Gradiente de Pendiente de Dique
Menos de 200	0.6	3	Velocidad de Flujo es menor que 3.0m/s; V: H = 1:2.0 Velocidad de Flujo es 3.0m/s y más; V: H = 1:3.0
200 a 500	0.8	3	
500 a 1,000	1.0	4	
1,000 a 2,000	1.2	5	V : H = 1:3.0
2,000 a 5,000	1.5	6	
5,000 a 10,000	2.0	7	
10,000 a Mas			

## 5.1 Estudio de las contramedidas

### 5.1.2 Medidas de Control de Inundación

#### ◆ Medidas de control de inundación (Dique y Revestimiento) (2/2)

En cuanto al revestimiento ribereño, se establecerá el diámetro de la piedra que se utiliza para el revestimiento ribereño necesario, etc. mediante la siguiente expresión, de acuerdo con la velocidad de flujo en el área objetivo.

$$D_m = \frac{1}{E_1^2 \cdot 2g \left[ \frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right]} V_0^2 K \quad (\text{Unit: m})$$

$$K = \frac{1}{\cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \phi}}}$$

Aquí,

Dm: Diámetro medio de la piedra (m)

ρs: Densidad de la piedra

E1: Coeficiente que representa el grado de turbulencia del flujo

Normalmente se utiliza 1,2.

En caso de flujo con mayor turbulencia, se utiliza 0,86.

g: Aceleración gravitatoria

K: Coeficiente de pendiente en caso de colocar revestimiento en el talud

θ: Ángulo del talud

φ: Ángulo de rozamiento interno del revestimiento en el agua (en caso de piedra natural: 38°, en caso de roca triturada: 41°)

## 5.1 Estudio de las contramedidas

### 5.1.2 Medidas de protección contra inundación.

#### Información Referencial de Cuencas Representativas del Japón para la Determinación de la Extensión de La Cuenca de Retardo

Nombre del Río	Área de Captación (km2)	Nombre de la Cuenca de Retardo y su Extensión	Área total de la Cuenca de retardo (ha)	Ratio de la extensión de la Cuenca de retardo al área de captación
Tone	16.842	Watarase R.B (3,300 ha) Sugao R.B (592 ha) Tanaka R.B (1,175 ha) Inatoi R.B (448 ha) Hakojima R.B (160 ha) Kitamura R.B (950 ha)	5675	0.0034
Ishikari	14,330	Chitosegawa R.B (s) (1,150 ha) Hassamugawa R.B (5.5 ha) Sunagawa R.B (180 ha) Ichinoseki R.B (1,450 ha) Kabukurinuma R.B (582 ha) Minamiyachi R.B (256 ha)	2285.5	0.0016
Kitakami	10,150	Ueno R.B (249 ha) Neyagawa R.B (50 ha) Onjigawa R.B (40 ha) Uchiagegawa R.B (13 ha)	352.3	0.0004
Yodo	8,240	Okubo R.B (200 ha)	200	0.0003
Mogami	7,040	Arakawa (I) R.B (580 ha) Shibakawa (I) R.B (92 ha) Arakawa (VII) R.B (15 ha) Bin-numa R.B (86 ha) Uwaya-numa R.B (18 ha)	794.1	0.0027
Ara	2,940			
Average				0.0018

## 5.1 Estudio de las contramedidas

### 5.1.2 Medidas de Control de Inundación

#### ◆ Medidas de control de inundación (Cuenca de Retardo) (1/3)

##### a. Locación y Número de Cuencas de Retardo a ser Instaladas

Las cuencas de retardo se instalarán, prestando atención a los siguientes puntos respecto a su ubicación y número en cada cuenca:

- ✓ Las cuencas de retardo deben ser instaladas en sitios más arriba del curso que el área objeto de protección.
- ✓ Las cuencas de retardo deben ser instaladas en sitios donde se pueda esperar la reducción de una gran cantidad del caudal (curso inmediatamente inferior a la confluencia del río tributario, etc.)
- ✓ Las cuencas de retardo deben ser instaladas en sitios donde se pueda asegurar un terreno llano.
- ✓ Las cuencas de retardo deben ser instaladas en sitios donde la densidad demográfica es baja.

##### b. Volumen de Almacenamiento y Extensión de Cuencas de Retardo

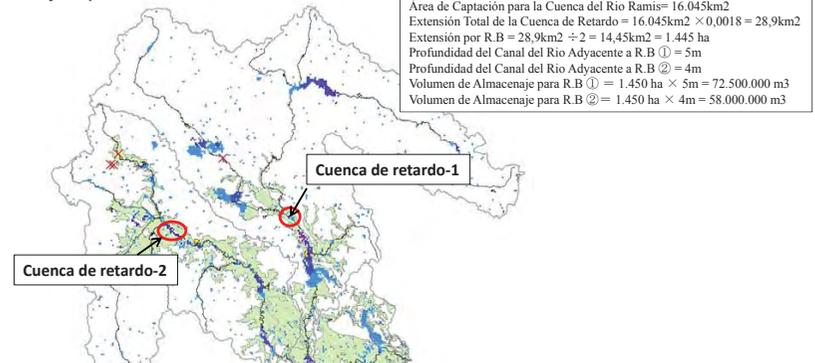
Para determinar la extensión del terreno para la cuenca de retardo se tomará como referencia la proporción entre el área de captación del río representativo de Japón y la extensión total de su cuenca de retardo. En ese caso, teniendo en cuenta que la escala media de las cuencas de río del Perú es mucho más grande que la de Japón, se seleccionarán como cuencas representativas de Japón las "cuencas cuya área de captación es de 1000 km2 o más y que cuentan con cuencas de retardo que abarcan 100 ha o más en total". Concretamente, se tomarán como referencia las cuencas de los ríos y cuencas de retardo indicadas en la siguiente tabla.

Como resultado, se ha determinado que la extensión máxima de la cuenca de retardo es de 0,18% del área de captación del río.

## 5.1 Estudio de las contramedidas

### 5.1.2 Medidas de protección contra la inundación.

#### ◆ Ejemplo cuenca del río Ramis



Método de Cálculo para Volumen de Almacenamiento Mínimo Requerido	Volumen de Almacenamiento Mínimo Requerido
La Diferencia entre el volumen de flujo del Río con Período de Retorno de 100 años y período de retorno de 50 años en un punto adyacente a la Cuenca de retardo.	De los cinco volúmenes de almacenaje calculados basados en las condiciones que se muestran a la izquierda, el valor máximo calculado se establece como el volumen de almacenaje mínimo requerido
La Diferencia entre el volumen de flujo del Río con Período de Retorno de 50 años y período de retorno de 25 años en un punto adyacente a la Cuenca de retardo.	
La Diferencia entre el volumen de flujo del Río con Período de Retorno de 25 años y período de retorno de 10 años en un punto adyacente a la Cuenca de retardo.	
La Diferencia entre el volumen de flujo del Río con Período de Retorno de 10 años y período de retorno de 5 años en un punto adyacente a la Cuenca de retardo.	
La Diferencia entre el volumen de flujo del Río con Período de Retorno de 5 años y período de retorno de 2 años en un punto adyacente a la Cuenca de retardo.	

## Capitulo 5.2 Área de Inundación (revisión)

## 5.2 Área de Inundación (Condición actual)

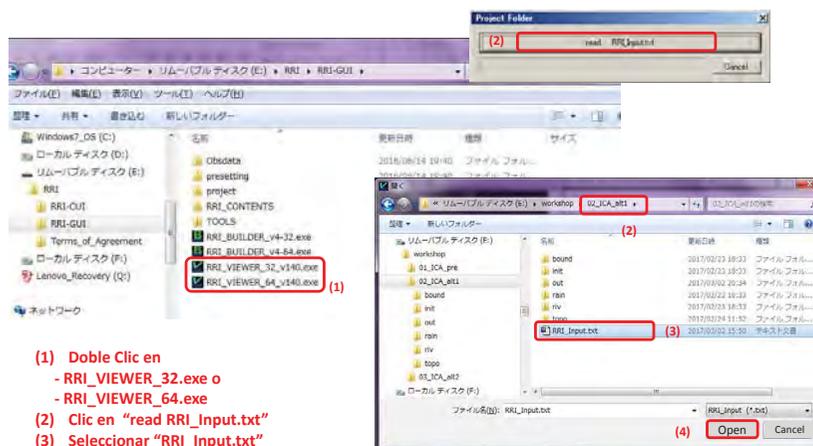
- ◆ Los resultados del calculo: Profundidad máxima de inundación.(ref. capitulo 4)

[caso:01\_ICA\_pre]



## 5.2 Área de Inundación (Condición actual)

- ◆ Los resultados del calculo: Profundidad máxima de inundación.(ref. capitulo 4)



- (1) Doble Clic en  
- RRI\_VIEWER\_32.exe o  
- RRI\_VIEWER\_64.exe
- (2) Clic en "read RRI\_Input.txt"
- (3) Seleccionar "RRI\_Input.txt"
- (4) Clic en "Open"

## Capitulo 5.3 Estableciendo el área objetivo

## 5.3 Estableciendo el área objetivo

### ◆ Estableciendo el área objetivo.

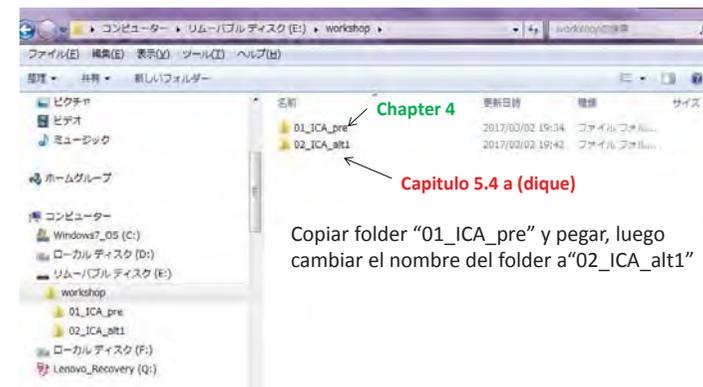
Para este taller, estamos escogiendo el área objetivo de manera tentativa.



## Capitulo 5.4 Prevención de Desastres por Inundación. - a. Mejoramiento de diques y canales de rio-

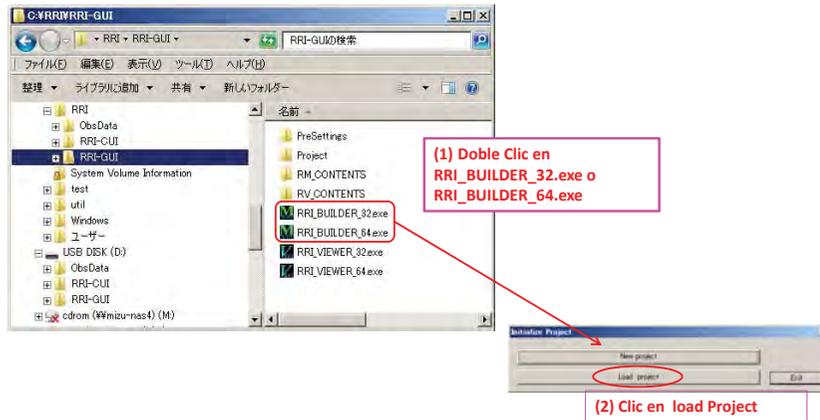
## Capitulo 5.4 Prevención de Desastres por Inundación.

### 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.



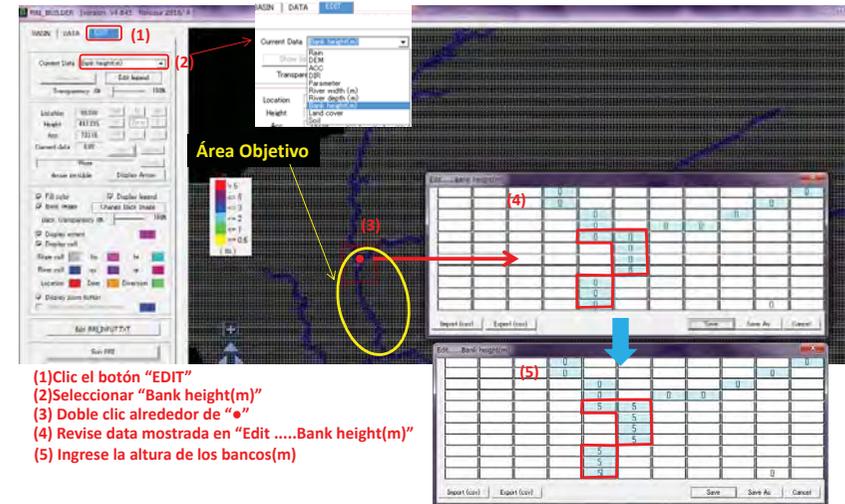
## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Río

- ◆ **Iniciar** RRI y cargar archivo del proyecto.



## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Río.

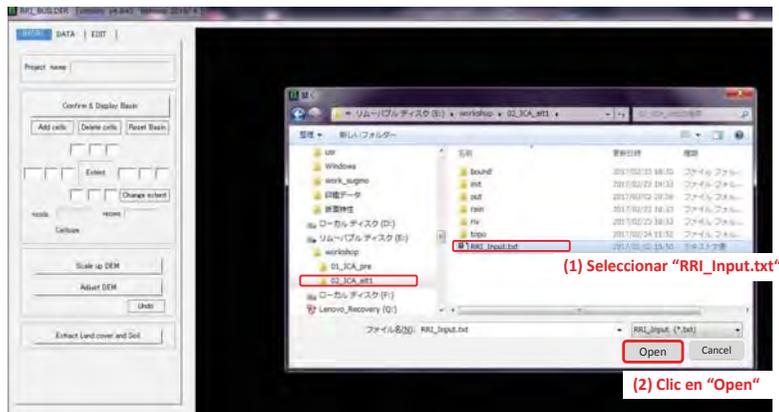
- ◆ **Estableciendo** diques para el área objetivo (1/3)



添付-9-67

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Río

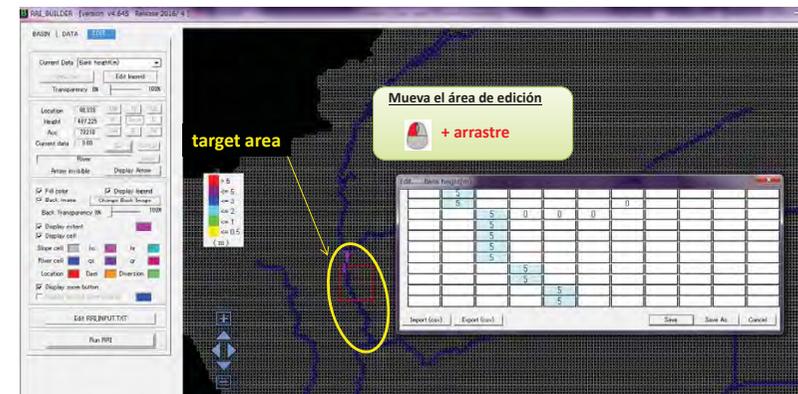
- ◆ **Cargar** folder del proyecto.



## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Río.

- ◆ **Estableciendo** diques para el área objetivo(2/3)

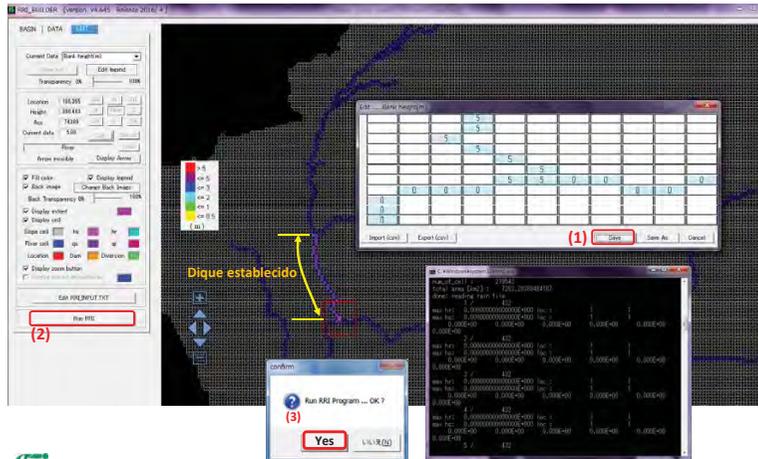
Establezca la altura del dique a lo largo del área objetivo.



## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

### ◆ Estableciendo diques para el área objetivo (3/3)

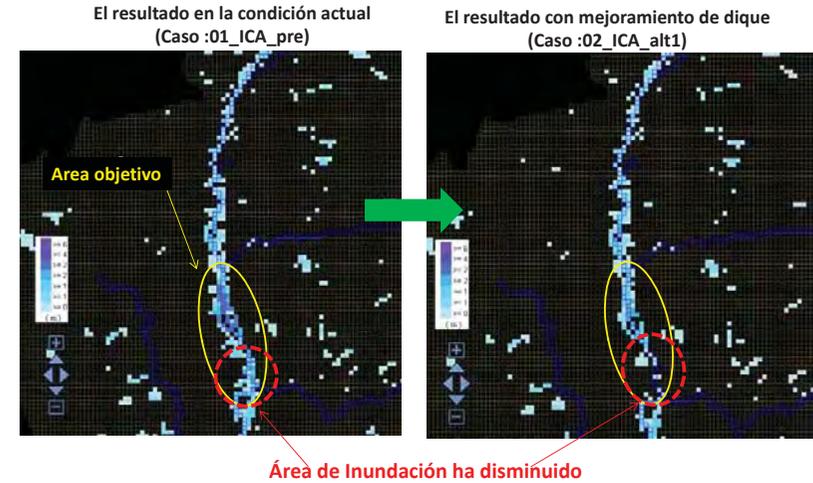
Luego de establecer la altura del dique a lo largo del área objetivo, grabe la data de la altura de dique y luego empiece con los cálculos.



21

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

### ◆ Revise los resultados del área de inundación.

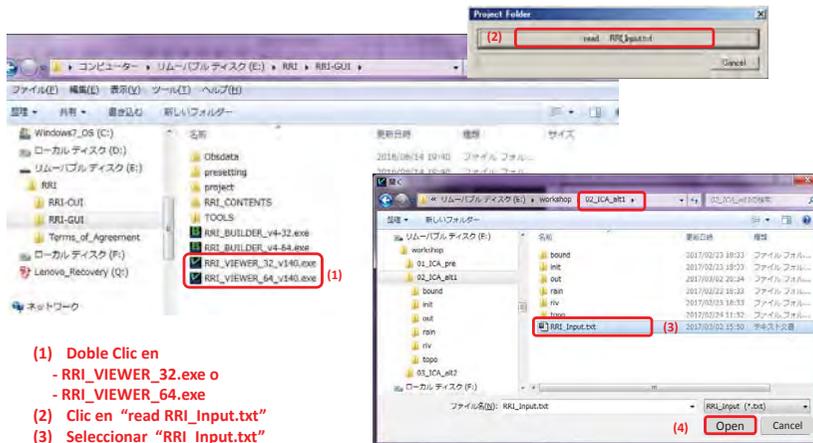


23

添付-9-68

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

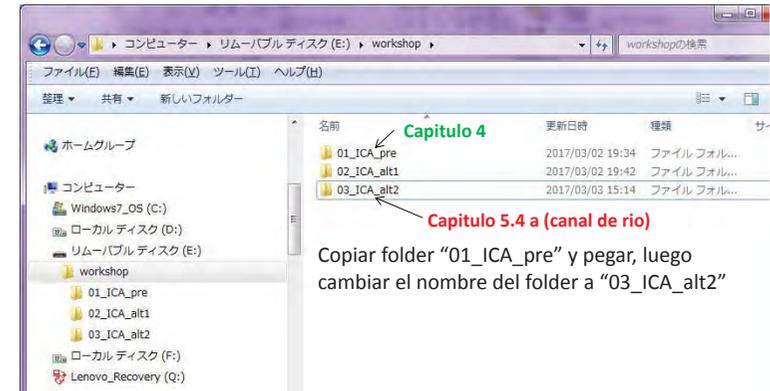
### ◆ Revise los resultados del área de inundación.



- (1) Doble Clic en  
- RRI\_VIEWER\_32.exe o  
- RRI\_VIEWER\_64.exe
- (2) Clic en "read\_RRI\_Input.txt"
- (3) Seleccionar "RRI\_Input.txt"
- (4) Clic en "Open"

22

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.



Copiar folder "01\_ICA\_pre" y pegar, luego cambiar el nombre del folder a "03\_ICA\_alt2"

24

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio

### ◆ Inicie y cargue archivo del proyecto RRI

(1) Doble Clic en RRI\_BUILDER\_32.exe o RRI\_BUILDER\_64.exe

(2) Clic en load Project

(3) Seleccione archivo

(4) Clic en "Open"

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

### ◆ Estableciendo el ancho de rio para el área objetivo(2/2)

Luego de establecer el ancho del rio a lo largo del area objetivo, grabe la data y empiece los cálculos.

(1) Clic en Save

(2) Clic en Run RRI

(3) Clic en Yes

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

### ◆ Estableciendo el ancho de rio para el área objetivo (1/2)

En este ejemplo, cambie el ancho del rio a 100m a lo largo del área objetivo.

(1) Clic el botón "EDIT"

(2) Seleccione "River width(m)"

(3) Doble Clic alrededor de "●"

(4) Revise data mostrada en "Edit ..... River width(m)"

(5) Ingrese ancho de rio (m)

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación a. Mejoramiento de Diques y Canal de Rio.

### ◆ Revise el resultado del área de inundación.

(1) Doble Clic en RRI\_VIEWER\_32.exe o RRI\_VIEWER\_64.exe

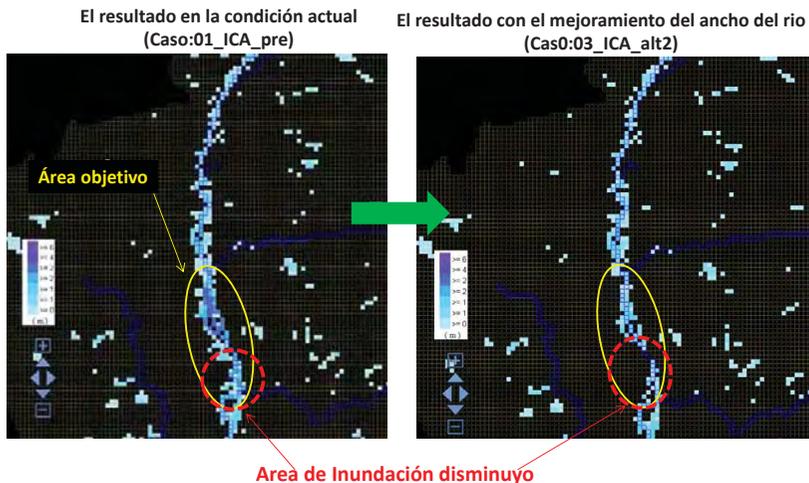
(2) Clic en "read RRI\_Input.txt"

(3) Seleccione "RRI\_Input.txt"

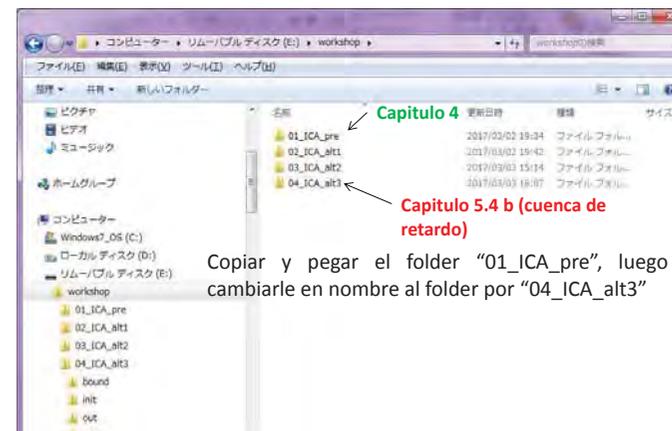
(4) Clic en "Open"

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. a. Mejoramiento de Diques y Canal de Río.

◆ **Revise** el resultado del área de inundación.



## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. b. Cuenca de Retardo

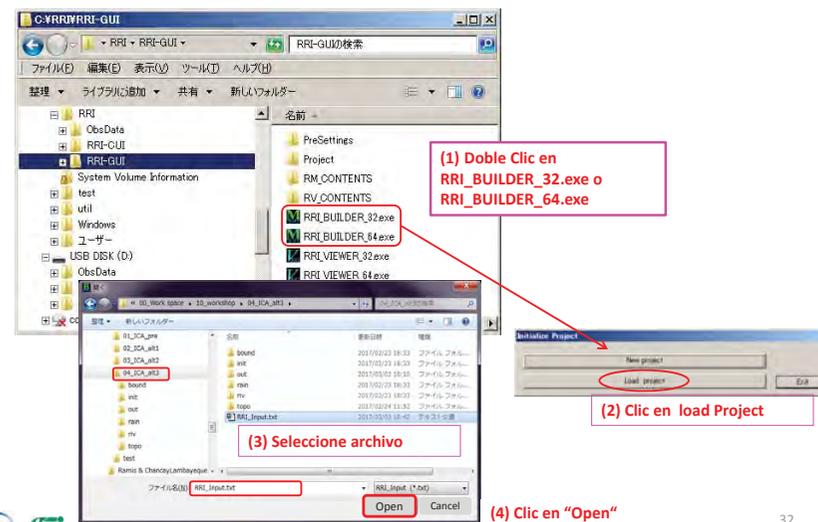


添付-9-70

## Capitulo 5.4 Prevención de desastres por Inundación. - b. Cuenca de Retardo -

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. b. Cuenca de Retardo

◆ **Inicie** RRI y cargue el archivo del proyecto



5.4 Prevención de desastres por inundación.  
b. Cuenca de Retardo

◆ **Cargar** Folder del proyecto (04\_ICA\_alt3)

(1) Clic en el botón "EDIT"  
 (2) Seleccionar "DEM"  
 (3) Doble Clic alrededor de "e"  
 (4) Revise data mostrada en "Edit ..... DEM"  
 (5) Ingrese la elevación (m)

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
b. Cuenca de Retardo.

◆ **Revise** los resultados del área de inundación.

(1) Doble Clic en  
 - RRI\_VIEWER\_32.exe o  
 - RRI\_VIEWER\_64.exe  
 (2) Clic en "read\_RRI\_Input.txt"  
 (3) Seleccionar "RRI\_Input.txt"  
 (4) Clic en "Open"

添付-9-71

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
b. Cuenca de Retardo

◆ **Ejecute** RRI (04\_ICA\_alt3)

(1) Clic en "Open"  
 (2) Confirmar "Run RRI Program ... OK?"

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
b. Cuenca de Retardo.

◆ **Revise** el resultado para el área de inundación.

El resultado en la condición actual (Case:01\_ICA\_pre)

El resultado en el caso con cuenca de retardo (Caso:04\_ICA\_alt3)

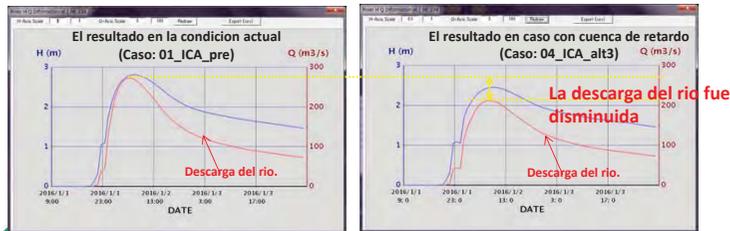
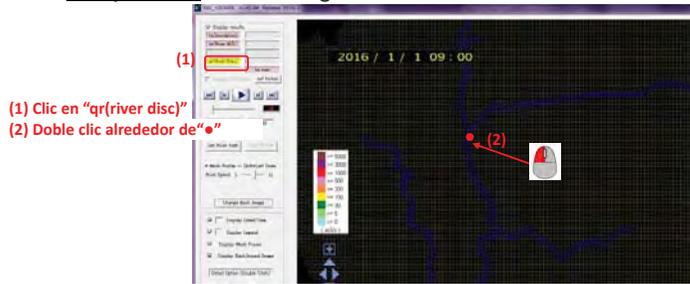
Área objetivo

Cuenca de retardo establecida

El área inundable ha disminuido.

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. b. Cuenca de Retardo.

### ◆ Comparación de la descarga del río.



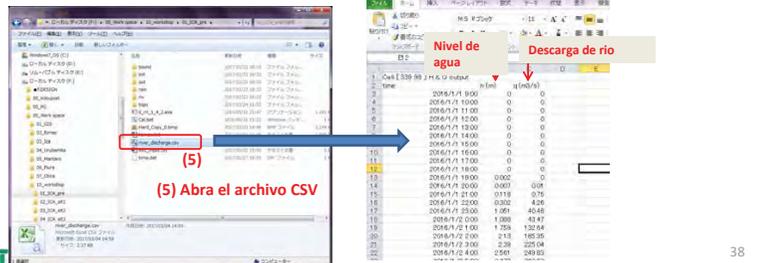
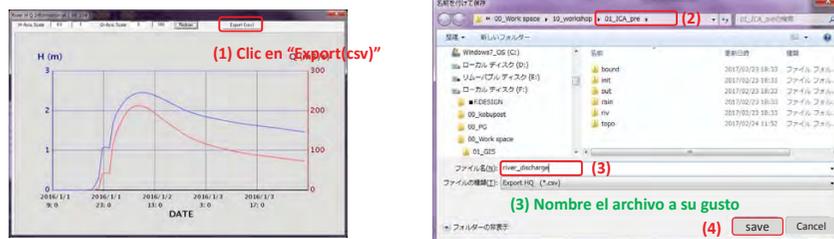
## Capitulo 5.4 Prevención de desastres por Inundación.

- c. Cambio de la regla actual de operaciones de presa -

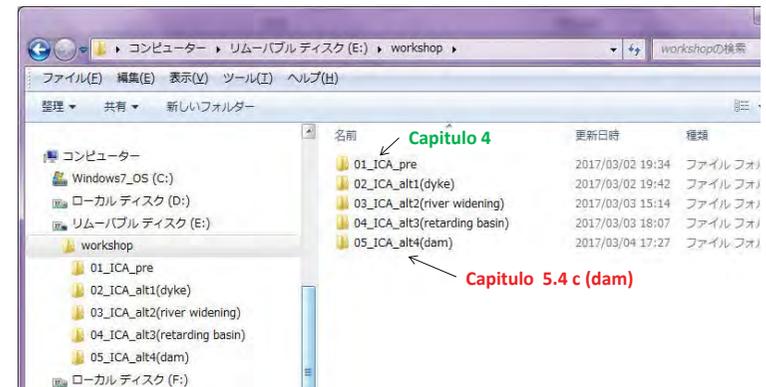
添付-9-72

## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. b. Cuenca de Retardo.

### ◆ Exportar archivo "CSV" de descarga de río. (2) Seleccione el folder donde quiere guardar



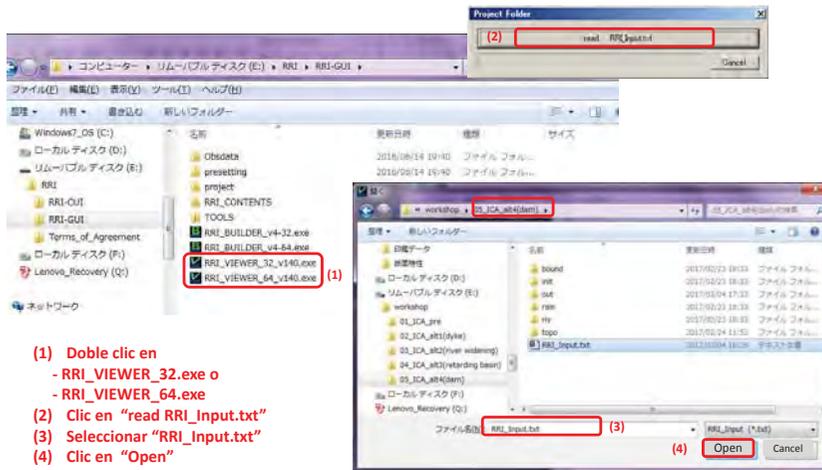
## 5.4 Prevención de desastres por Inundación. c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)



※No hay una presa en la cuenca del río Ica, pero en esta capacitación, asumiremos la existencia de una, para mostrar el método de cálculo.

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

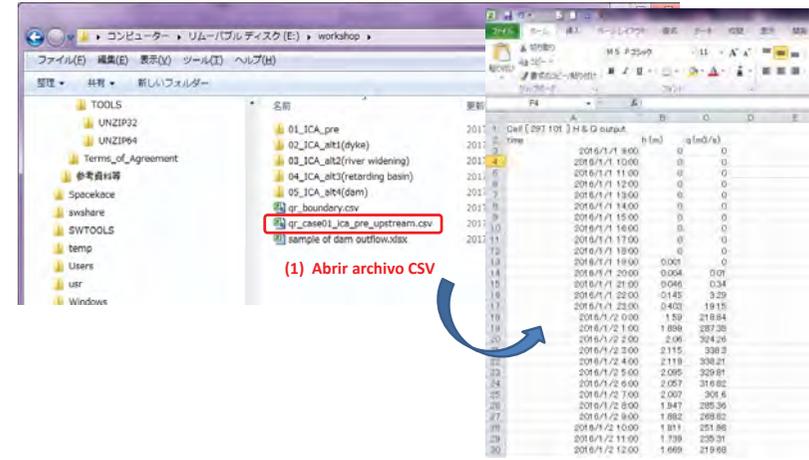
◆ **Cargar** el resultado



- (1) Doble clic en  
- RRI\_VIEWER\_32.exe o  
- RRI\_VIEWER\_64.exe
- (2) Clic en "read\_RRI\_Input.txt"
- (3) Seleccionar "RRI\_Input.txt"
- (4) Clic en "Open"

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Abrir** data de descarga de rio (data CSV que fue exportada)

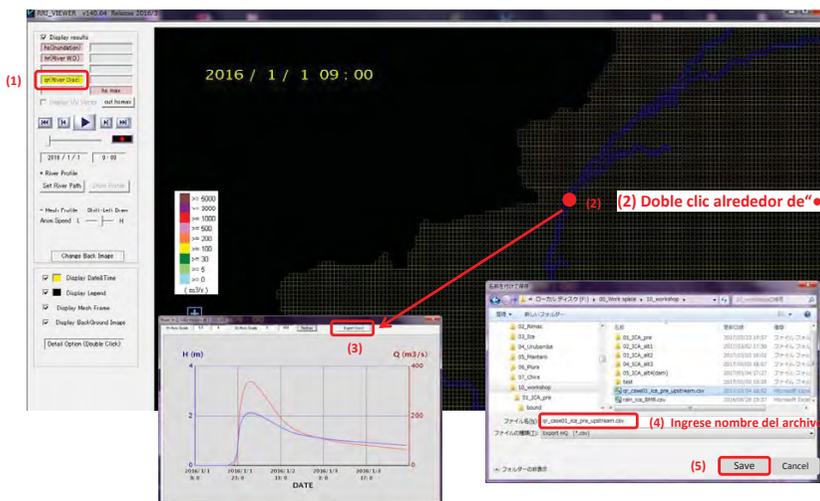


(1) Abrir archivo CSV

添付-9-73

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

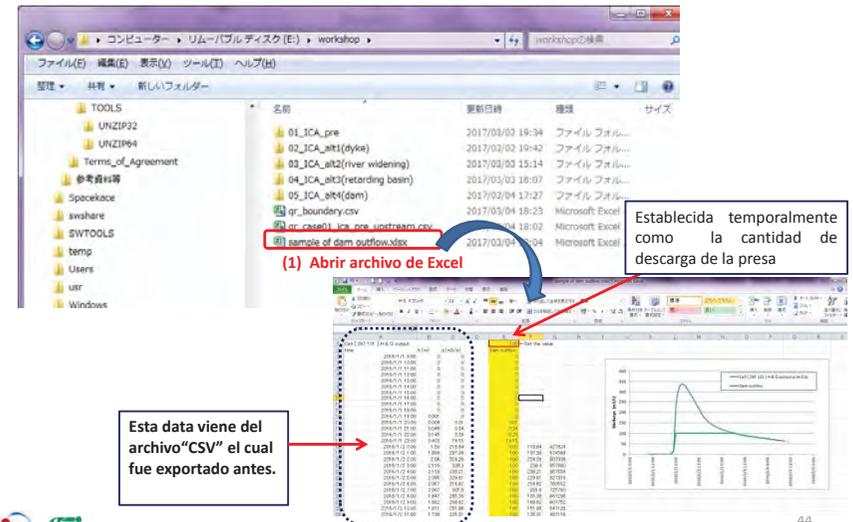
◆ **Exportar** la data de descarga de rio. ※●の地点がダムと仮定する。



- (1) [Screenshot of software interface]
- (2) Doble clic alrededor de ●
- (3) [Screenshot of graph]
- (4) Ingrese nombre del archivo
- (5) Save

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Abrir** archivo de ejemplo de flujo de salida de presa



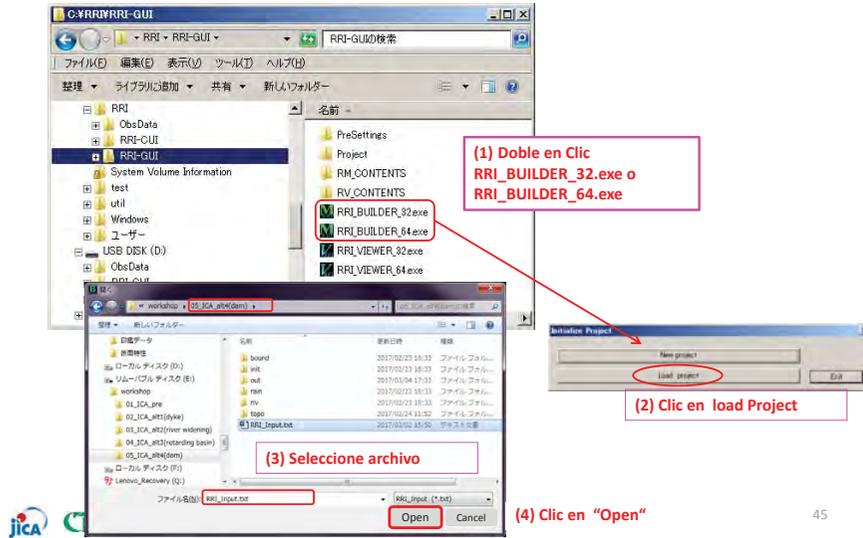
(1) Abrir archivo de Excel

Establecida temporalmente como la cantidad de descarga de la presa

Esta data viene del archivo "CSV" el cual fue exportado antes.

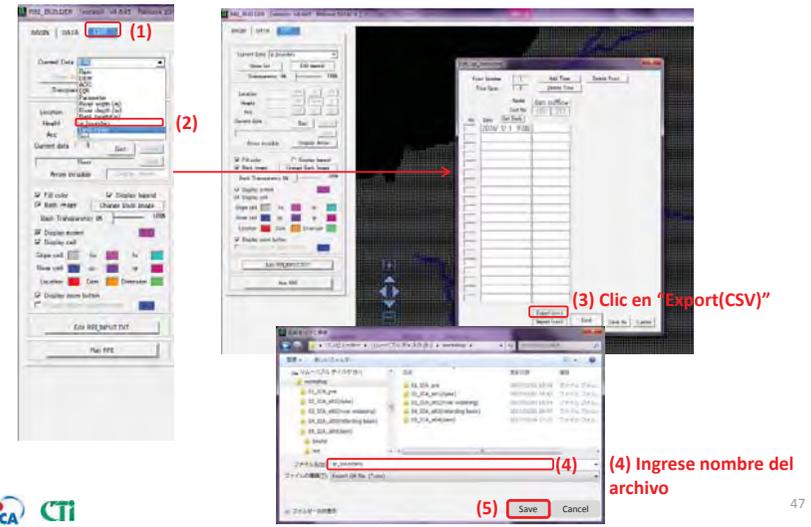
5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Inicie** RRI y cargue el archivo del proyecto "05\_ICA\_alt4(dam)"



5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Exportar** archivo temporal CSV.



添付-9-74

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

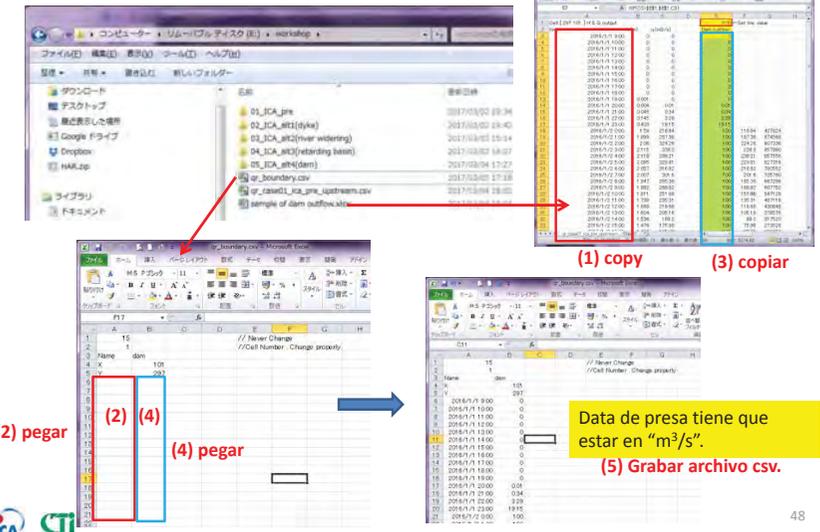
◆ **Establecer** limites y condiciones.

Para establecer data de descarga de presa, seleccione "set River qr". No use "set Dam"



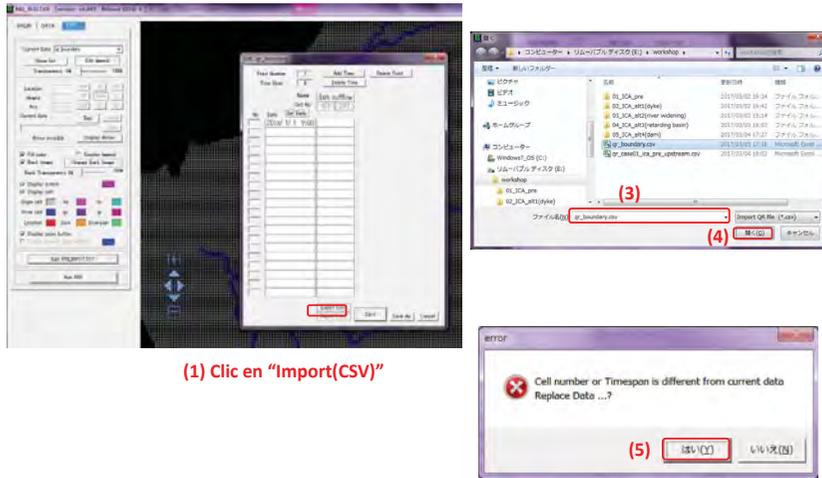
5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Abrir** archivo temporal CSV.



5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Establecer** limites y condiciones.

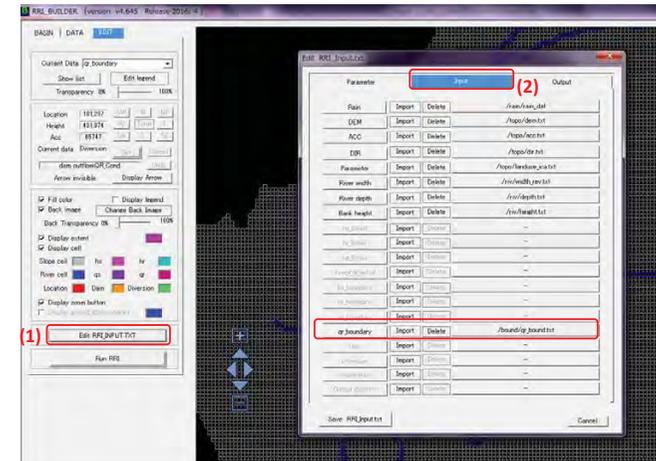


(1) Clic en "Import(CSV)"

(5) [OK]

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Revise** data ingresada.



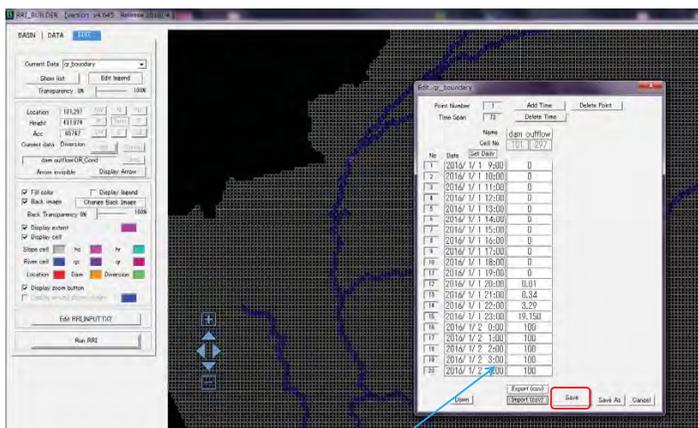
(1) Edit RRL INPUT.TXT

(2)

添付-9-75

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

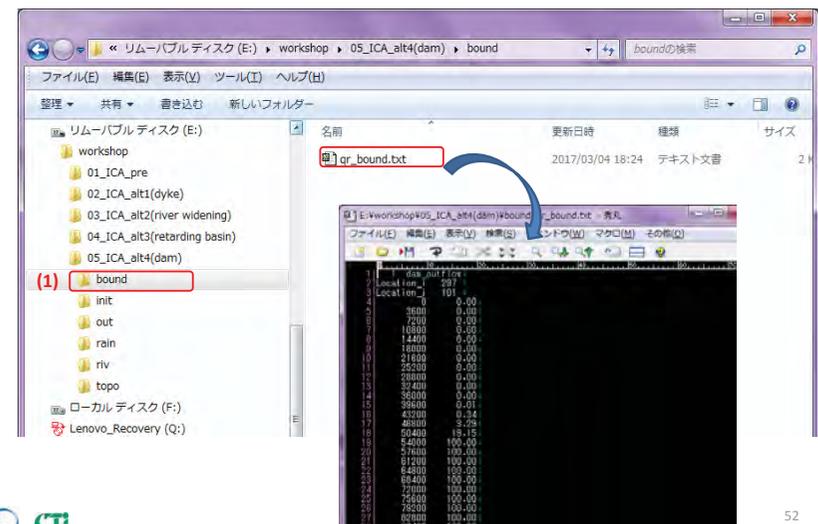
◆ **Establecer** limites y condiciones.



\* Puede ver la data de la descarga del rio, la cual es la data temporal de la descarga de la presa.

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

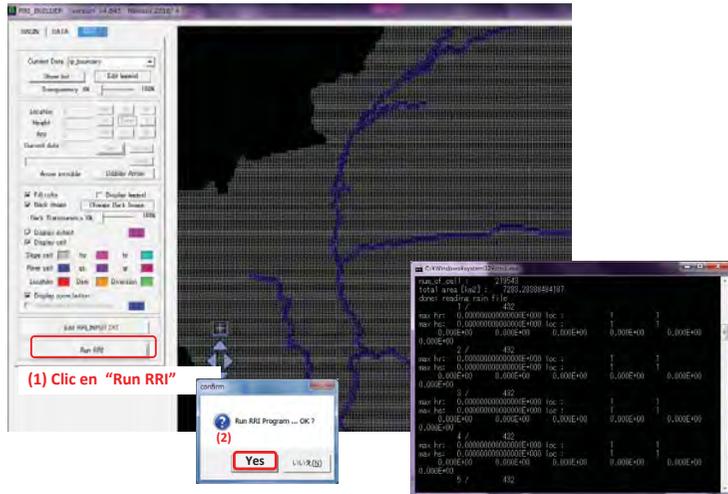
◆ **Revise** data ingresada a su folder de calculo (05\_ICA\_alt4(dam))



(1)

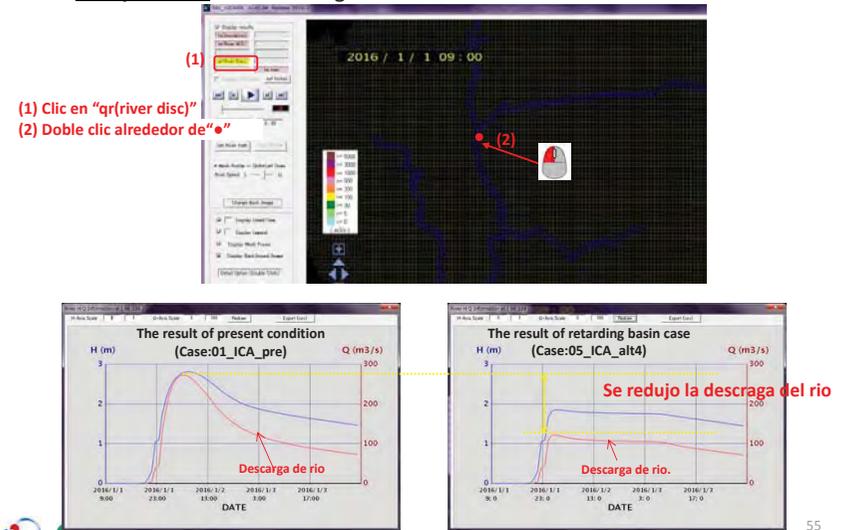
5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Ejecute** RRI (05\_ICA\_alt4)



5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Comparación** de la descarga del río.



添付-9-76

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ **Revise** el resultado del área de inundación.

El resultado en la condición actual  
(Caso: 01\_ICA\_pre)

El resultado en caso con cuenca de retardo  
(Caso: 05\_ICA\_alt4)

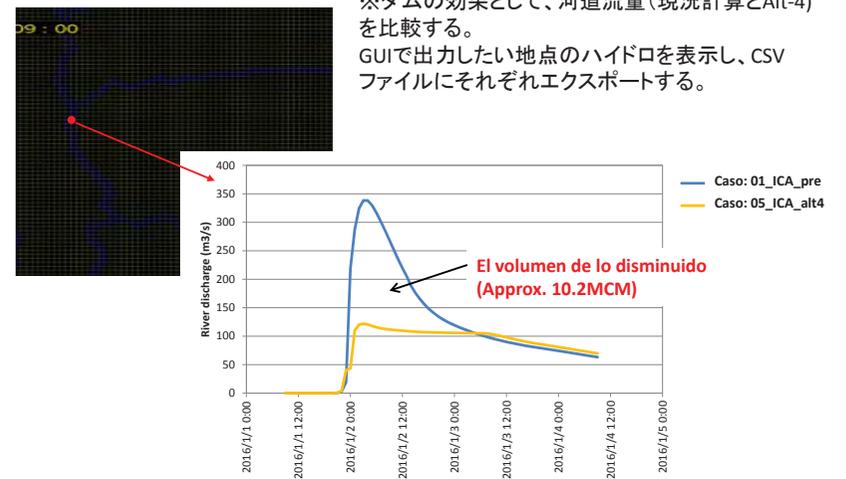


El área de inundación se redujo.

5.4 Prevención de desastres por Inundación.  
c. Cambio de la actual regla de operación de presa (referencial)

◆ El efecto de la presa

※ダムの効果として、河道流量(現況計算とAlt-4)を比較する。  
GUIで出力したい地点のハイドロを表示し、CSVファイルにそれぞれエクスポートする。

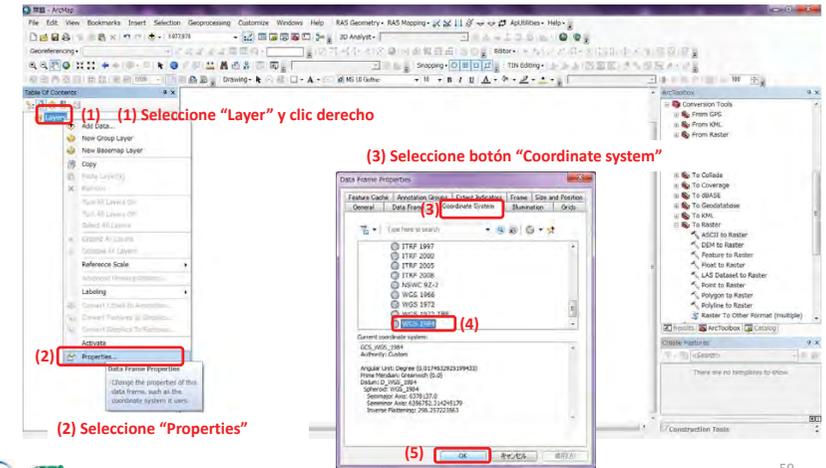


# Capitulo 5.5 Visualizando el área de Inundación

# 5.5 Visualizando el área de inundación.

◆ **Visualice** el área de inundación usando ArcGIS

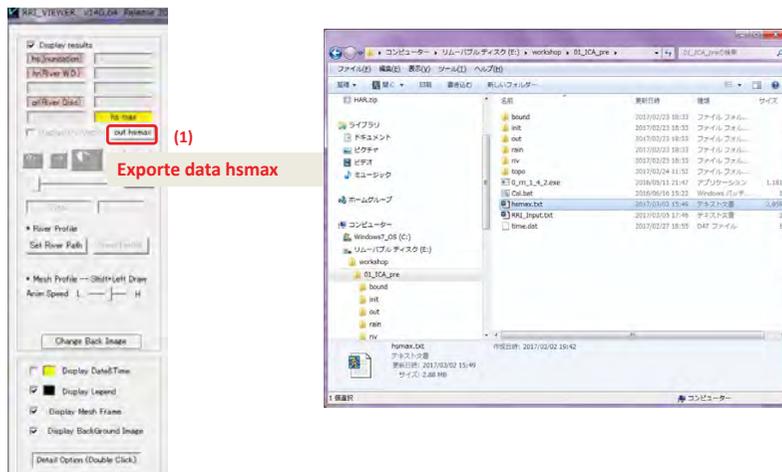
Establezca el sistema de coordenadas en el espacio de trabajo. Escoja “WSG1984”



添付-9-77

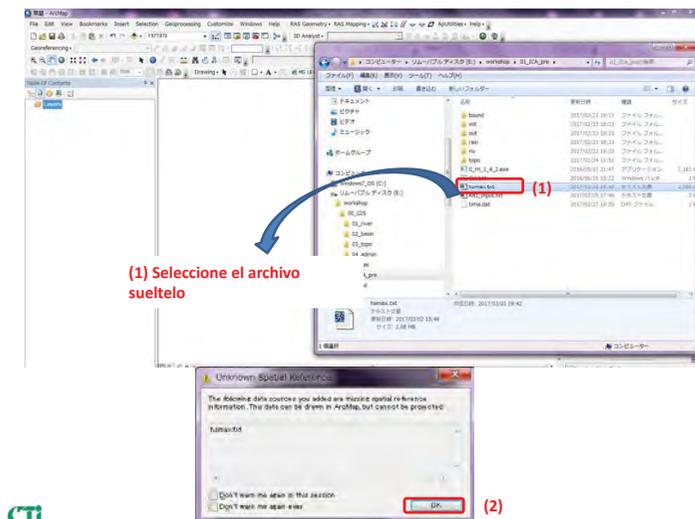
# 5.5 Visualizando el área de inundación.

◆ **Visualice** el área de inundación usando Arc GIS



# 5.5 Visualizando el área de inundación.

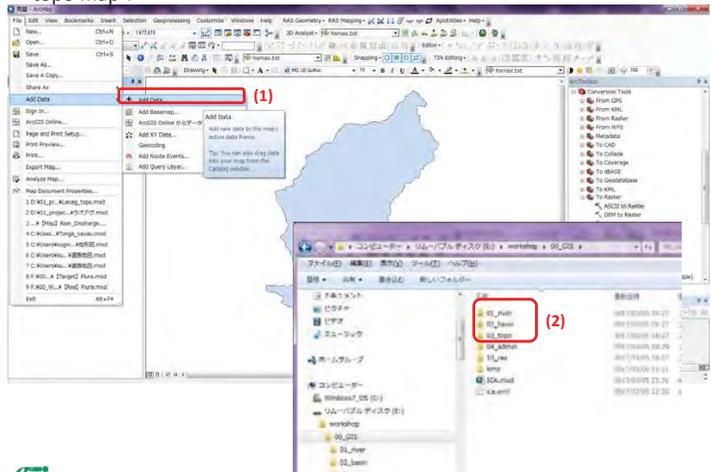
◆ **Visualice** el área de inundación usando ArcGIS



## 5.5 Visualizando el área de inundación.

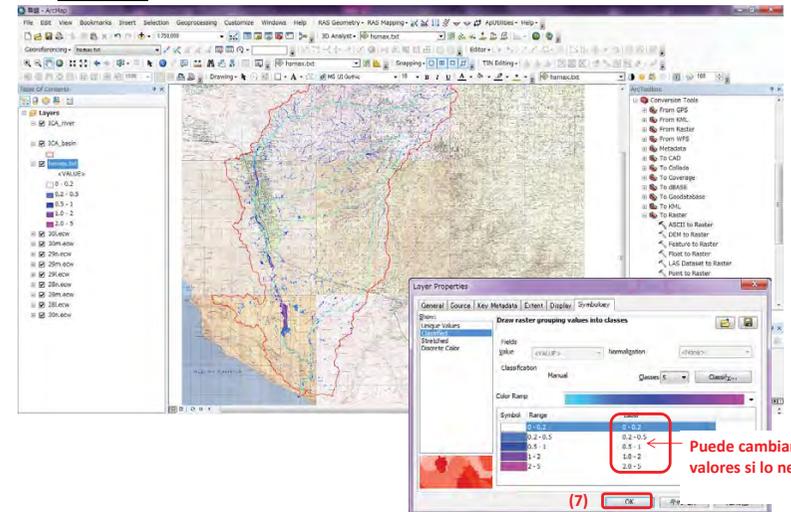
### ◆ Visualice el área de inundación usando ArcGIS

Agregue otro archivo que necesite. Esta vez abra por favor "Basin", "River" and "topo map".



## 5.5 Visualizando el área de inundación.

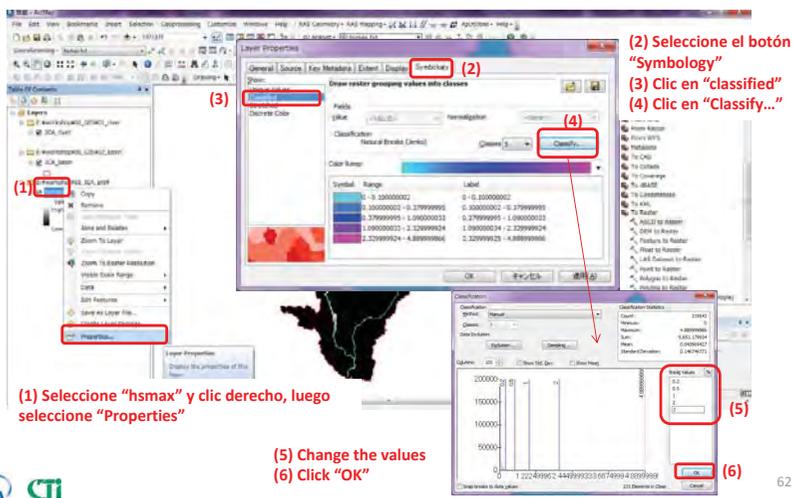
### ◆ Visualice el área de inundación usando ArcGIS



## 5.5 Visualizando el área de inundación.

### ◆ Visualice el área de inundación usando ArcGIS

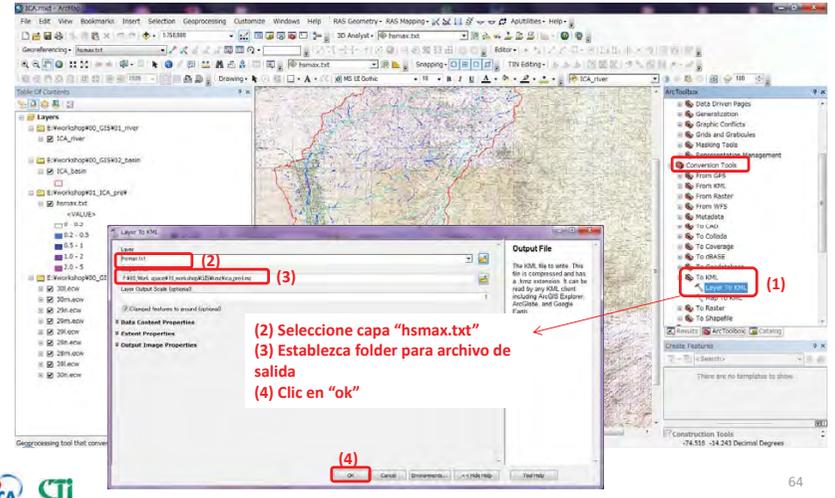
Cambie el color de la leyenda del archivo de resultados "hsmx"



## 5.5 Visualizando el área de inundación.

### ◆ Visualice el área de inundación en Google earth.

Exporte al archivo "KMZ". Puede usted confirmar el area de inundacion en Google Earth.



# Capitulo 6

## Evaluación de daños por inundación

- Como estimar cuantitativamente los daños causados por las inundaciones -

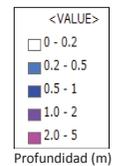
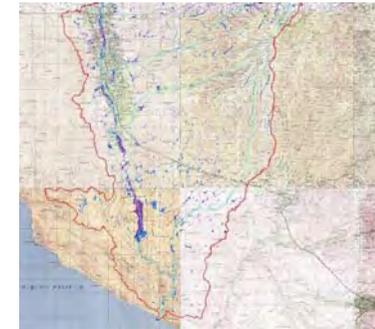
## 6. Evaluación de daños por inundación

(1) Daños Viviendas & Hogares.

⇒ Estimación del numero de personas afectadas sobreponiendo;

- (a) La simulación de la profundidad de la inundación , a
- (b) Distribución de la población.

(a) Profundidad simulada de la inundación ⇒ hsmax.txt



添付-9-79

## 6. Evaluación de daños por inundación

Ítems a ser considerados en daños por inundación:

- Daños a Viviendas & Hogares.
- Daños a la agricultura.
- Daños a la infraestructura.
- Perdida de actividades laborales.

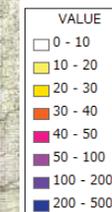
## 6. Evaluación de daños por inundación

(1) Daños en Viviendas & Hogares.

(b) Distribución de la población ⇒ Data GIS (Landscan), u otra información estadística (Ej. INEI)



Distribución de la población al 2013 con Landscan  
(Resolución : Approx. 1km X 1km)

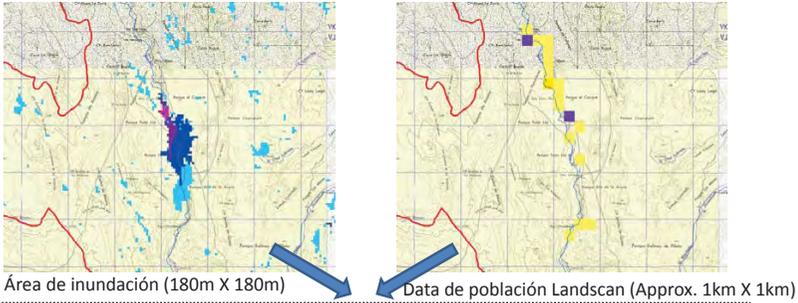


## 6. Evaluación de daños por inundación

### (1) Daños en Viviendas & Hogares.

Sobreponiendo el área de la simulación de inundación a la data de población.

- ⇒ Cuantifique el numero de personas afectadas con el software GIS
- ⇒ Estime el numero de casas basado en información estadística (Ej. Numero promedio de personas por hogar)



Sobreponga las dos capas y calcule el numero de personas afectadas con el software GIS.

Nota: La escala de la cuadrícula de ambas fuentes debe de ser la misma. ⇒ Puede ser necesario tomar la data una vez mas.

## 6. Evaluación de daños por inundación

### (2) Daños a la agricultura.

- ⇒ Estimación de daños a la agricultura sobreponiendo;
  - (a) Profundidad de inundación simulada, y
  - (b) Extensión de área agrícola.

(a) Profundidad de Inundación simulada ⇒ hsmx.txt



## 6. Evaluación de daños por inundación

### (1) Daños en Viviendas & Hogares.

Costo de daños de Viviendas & Hogares se calculo utilizando los siguientes precios unitarios, estimados a partir de censos y encuestas pasadas .

Precio unitario básico de vivienda dañada

Región	Cuenca de río objeto	Precio de daño (S/.)
Sierra	Biabo	21,389
	Mantaro	
	Huallaga	
	Urubamba	
Costa	Ramis	27,388
	Chancay-Lambayeque	
	Piura-Chira	
	Rimac	
Selva	Ica	20,353
	Locumba	
	Nanay	

Precio Unitario daño en hogares

Cuenca de río objeto	Unidad básica estándar de artículo del hogar	Monto
Biabo	S/.	1,800
Mantaro	S/.	1,800
Huallaga	S/.	1,800
Urubamba	S/.	4,200
Ramis	S/.	1,800
Chancay-Lambayeque	S/.	1,800
Piura-Chira	S/.	3,000
Rimac	S/.	6,000
Ica	S/.	4,200
Locumba	S/.	6,000
Nanay	S/.	3,000

## 6. Evaluación de daños por inundación

### (2) Daños a la agricultura

(b) Extensión de área agrícola ⇒ Data GIS disponible

- Data Provista por ANA, o
- Global Land Cover Data (Ex. MODIS)



Extensión de área agrícola resultada de la Data de cobertura de tierra provista por ANA

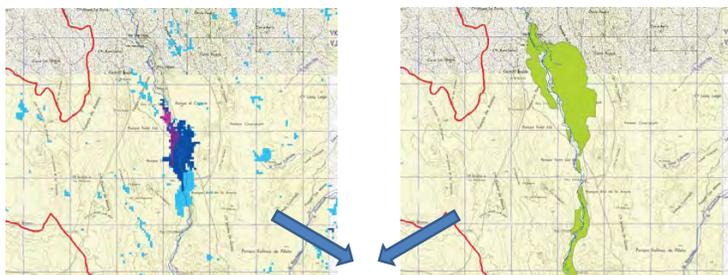
## 6. Evaluación de daños por inundación

### (2) Daños a la agricultura

Sobreponiendo el área de simulación de inundación con la data de área agrícola.

⇒ Contar el numero de cuadrículas sobrepuestas con el área agrícola con el software GIS.

⇒ Estimar el área total afectada considerando el tamaño de la cuadrícula y la profundidad.



Sobreponer las dos capas y calcular el numero de afectados en el área con el software GIS.

## 6. Evaluación de daños por inundación

### (3) Daños a la Infraestructura

Es difícil poder estimar de manera directa los daños a la infraestructura pública.

⇒ Una práctica utilizada en el Japón es estimar el daño a la infraestructura pública a partir de un rango o porcentaje del costo general del daño a las propiedades.

Proporción (%) de Costo de Danos a Infraestructura Pública a el Costo del Dano a Propiedades en General

Instalación	Camino	Puente	Desagüe	Instalacion es Urbanas	Otras Instalacion es Publicas	Agricultura (Cosechas)	Instalacion es Agrícolas	Total
Ratio de daño para propiedades en general	61.6	3.7	0.4	0.2	8.6	29.1	65.8	169.4

(Costo daño Infraestructura) = (Costo de daño de viviendas y hogares) x 169.4 %

## 6. Evaluación de daños por inundación

### (2) Daños a la agricultura

Costos de los daños a la agricultura son calculados utilizando los siguientes costos unitarios a partir de estudios y encuestas previas.

Precio unitario de daños agrícolas

Cuenca modelo (candidata)	Base del cálculo de daños agrícolas		
	Producto representativo para el cálculo	Producción por superficie unitaria (kg/ha)	Precio de transacción adoptado (S./kg)
Biabo	Arroz	9,700	1.00
Locumba	Arroz	9,700	1.00
Chancay-Lambayeque	Arroz	9,700	1.00
Piura-Chira	Arroz	9,700	1.00
Rimac	Arroz	9,700	1.00
Ica	Uva	18,000	1.00
Mantaro	Maíz	50,000	0.10
Huallaga	Arroz	9,700	1.00
Nanay	Arroz	9,700	1.00
Urubamba	Maíz	50,000	0.10
Ramis	Maíz	50,000	0.10

## 6. Evaluación de daños por inundación

### (4) Perdida de actividades laborales

Residentes que vivan en zonas inundables deberán de restringir sus actividades laborales diarias debido a:

- ✓ Suspensión de transporte público o cierre de la infraestructura principal de transporte tales como vías férreas o carreteras
- ✓ Evacuación de las zonas de trabajo a zonas seguras.
- ✓ Limpieza y reparación de viviendas luego de la inundación.

Las influencias negativas durante y después de la inundación son consideradas como pérdidas que previenen las actividades económicas diarias tales como trabajos en oficinas y el campos

Salario del trabajador de obras públicas en el Perú y precio unitario para calcular pérdida humana

Concepto	Resultado del estudio		Precio unitario para calcular la pérdida humana (S./)
	Unidad	Precio unitario (S./)	
Trabajador ordinario	hora	13~14	S/. 13 x 8 h = 104 → S/. 100 /día

Costo de daños por perdida de actividades laborales) =

(Numero de personas afectadas) x (Duracion de la inundacion) x 100 S/.

