



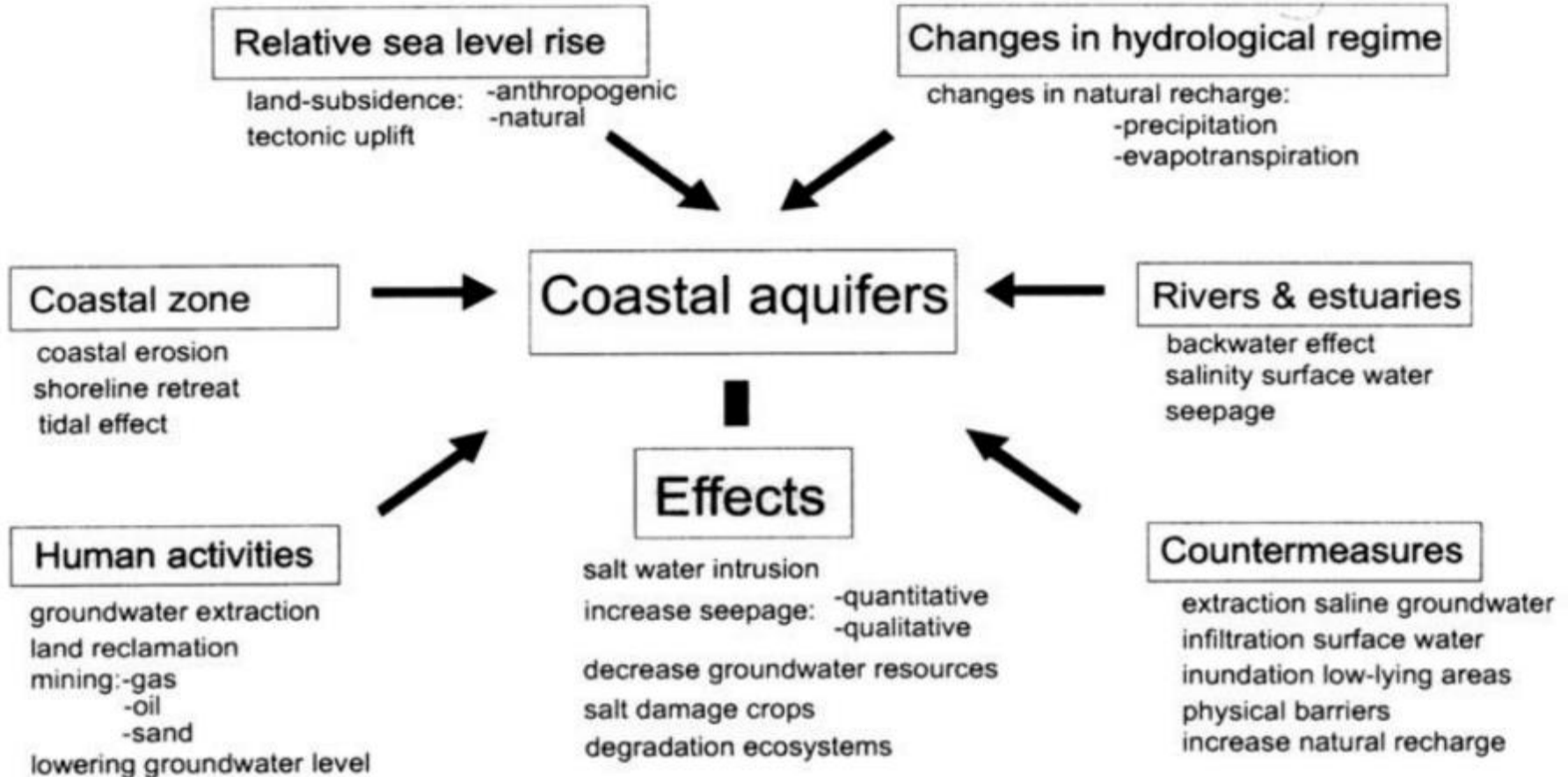
Department of Geoscience

Calidad de Agua Subterranea en Acuiferos Costales

HidrICA 2016, ICA, Peru

Dr. David Bethune
6 de Diciembre de 2016

Asuntos que Afecta Acuíferos Costales



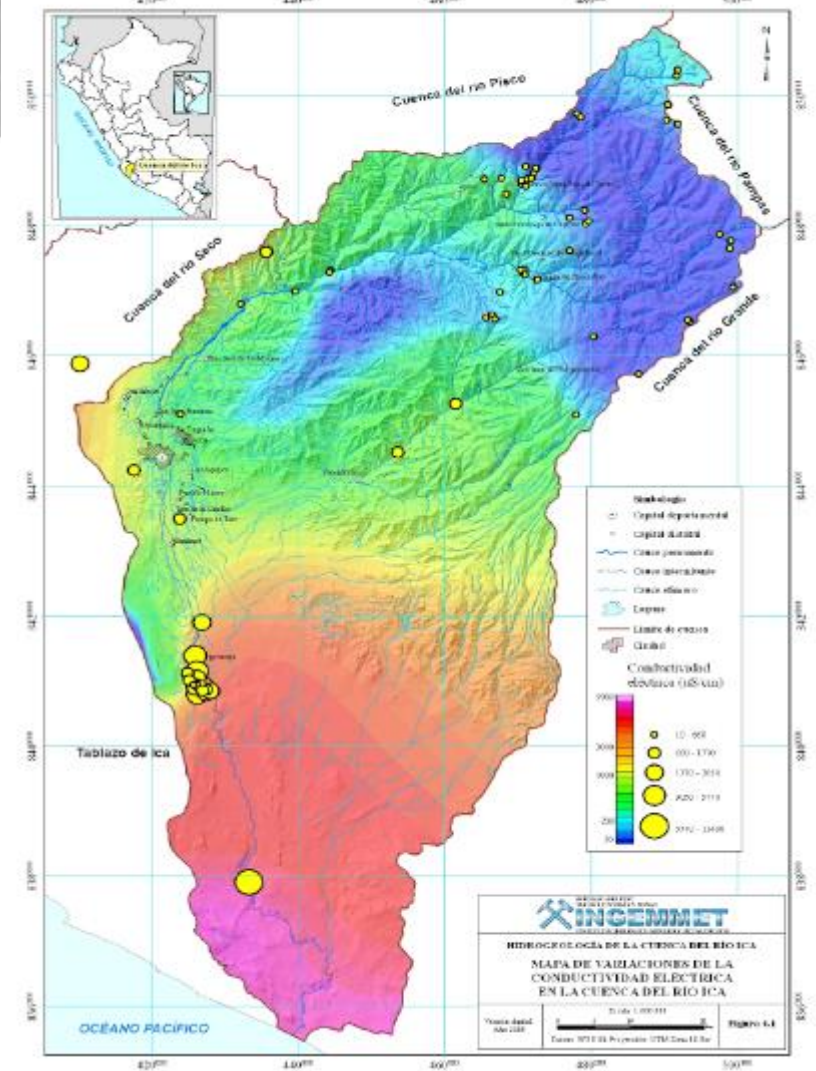
Descenso constante del nivel de napa freática



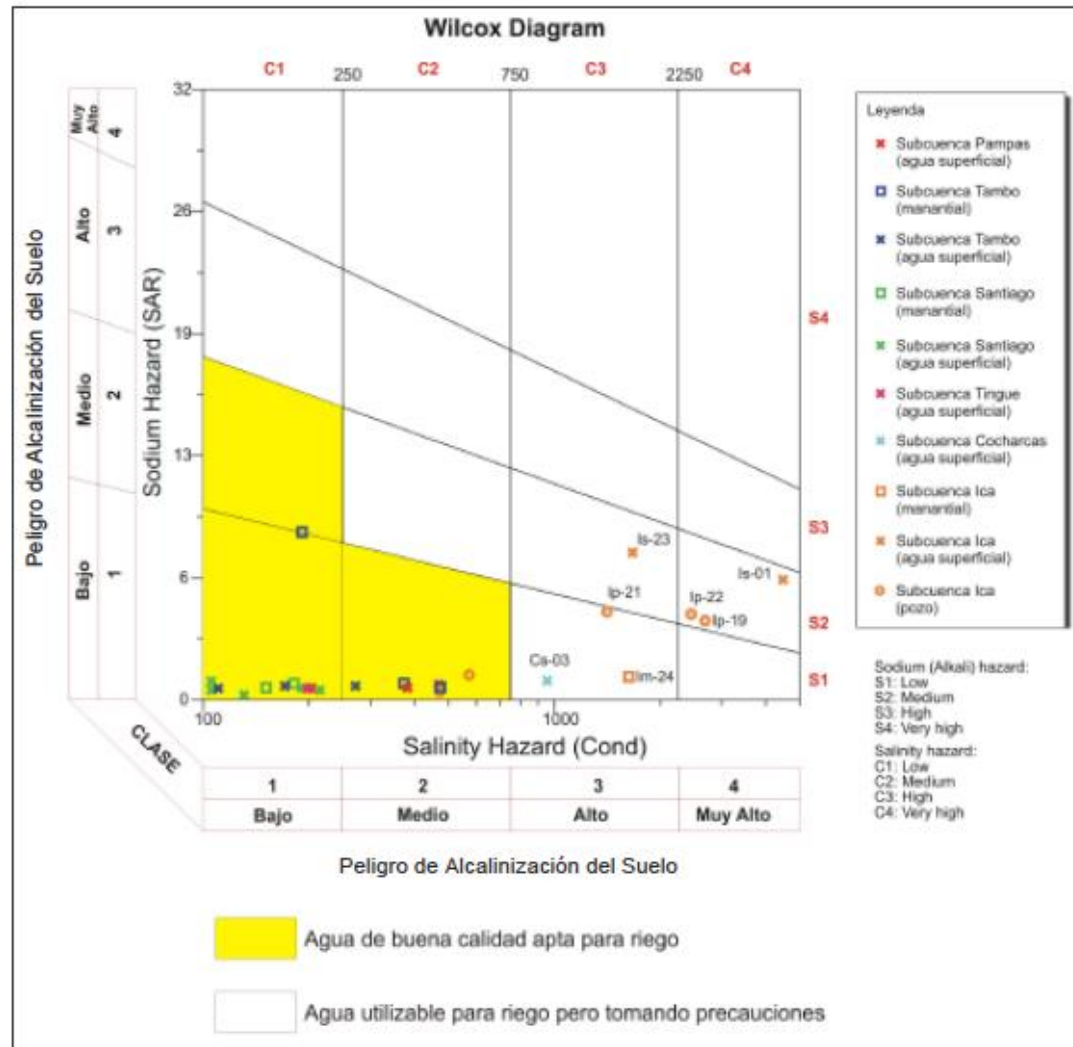
Incremento de salinidad



Conductividad Electrica Cuenca Rio Ica



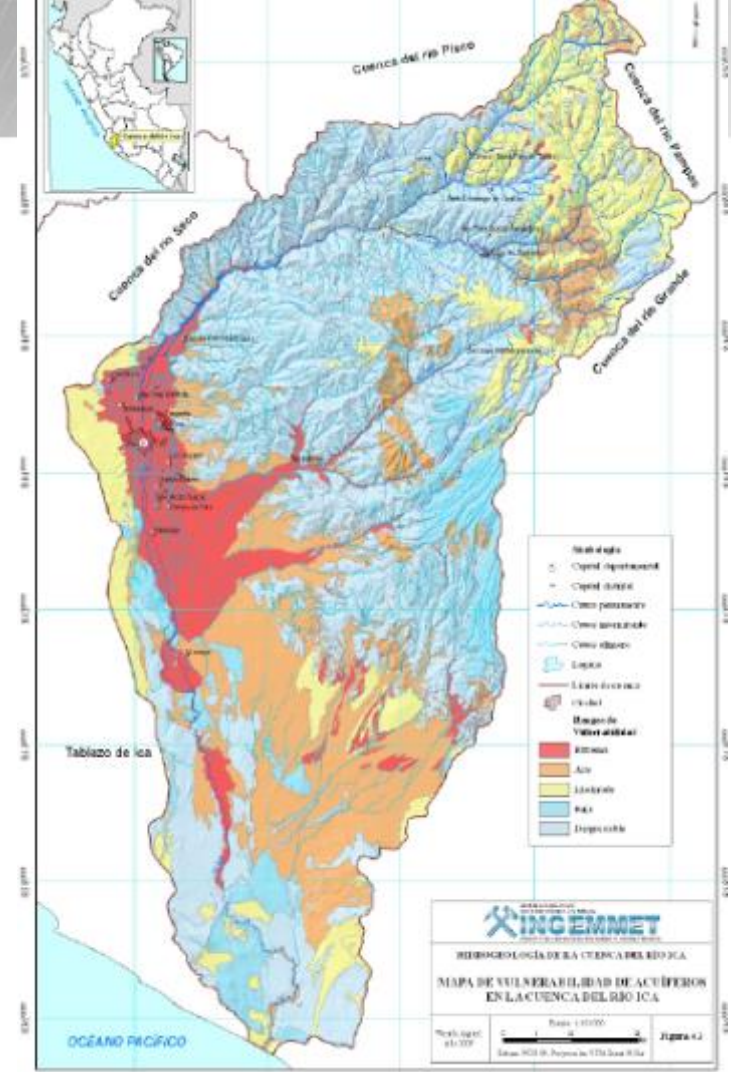
Clasificación de AS para Riego



Vulnerabilidad de Contaminación de AS en Valle Ica

Formación Geológica	Litología	Clasificación Hidrogeológica	Valor GOD	Vulnerabilidad
Formación Auquivilca	Tobas retrabajadas, tobas de ceniza y líticas, lutita parda deleznable con niveles interestratificados de limoarcillitas, calizas gris azulinas, gravas y bloques en matriz limo-arenosa.	Acuífero fisurado volcánico-sedimentario	0,45	Moderada
Formación Cañete	Conglomerados polimicticos semiconsolidados, con clastos redondeados a subredondeados en matriz limo-arenosa, presentan lentes de arena y tobas retrabajadas.	Acuitardo sedimentario	0,14	Baja
Aluvial Antiguo	Conformado por gravas y bloques de escombros en matriz limo-arenosa, bien compactos.	Acuífero poroso no consolidado	0,54	Alta
Fluvioglacial	Depósitos en lechos de ríos, compuesto por gravas, arenas sueltas de grano medio y bloques de hasta 1 m de diámetro.	Acuífero poroso no consolidado	0,57	Alta
Morrenas	Geofomas compuestas de bloques dispuestos caóticamente subredondeados a subangulosos en matriz limo-arenosa de grano grueso.	Acuífero poroso no consolidado	0,54	Alta
Depósitos coluviales	Gravas y bloques distribuidos caóticamente en matriz limo-arenosa y arcillosa.	Acuitardo	0,14	Baja
Depósitos aluviales 1	Materiales fluviales, aluviales o la combinación de ambos. Gravas con clastos subredondeados a subangulosos en matriz de arena suelta.	Acuífero poroso no consolidado	0,9	Extrema
Depósitos aluviales 2	Depósitos fluviales y de abanicos aluviales recientes. Arenas y gravas con clastos subredondeados, de matriz fina. Limos y arcillas.	Acuífero poroso no consolidado	0,54	Alta
Depósitos fluviales	Depósitos en lechos de ríos, compuesto por gravas, arenas sueltas de grano medio y bloques de hasta más 1 m de diámetro.	Acuífero poroso no consolidado	0,9	Extrema
Depósitos eólicos	Arenas de grano grueso a fino, bien clasificadas.	Acuífero poroso no consolidado	0,9	Extrema

Vulnerabilidad de AS a Contaminacion



Acuífero Leon-Chinandega, Nicaragua

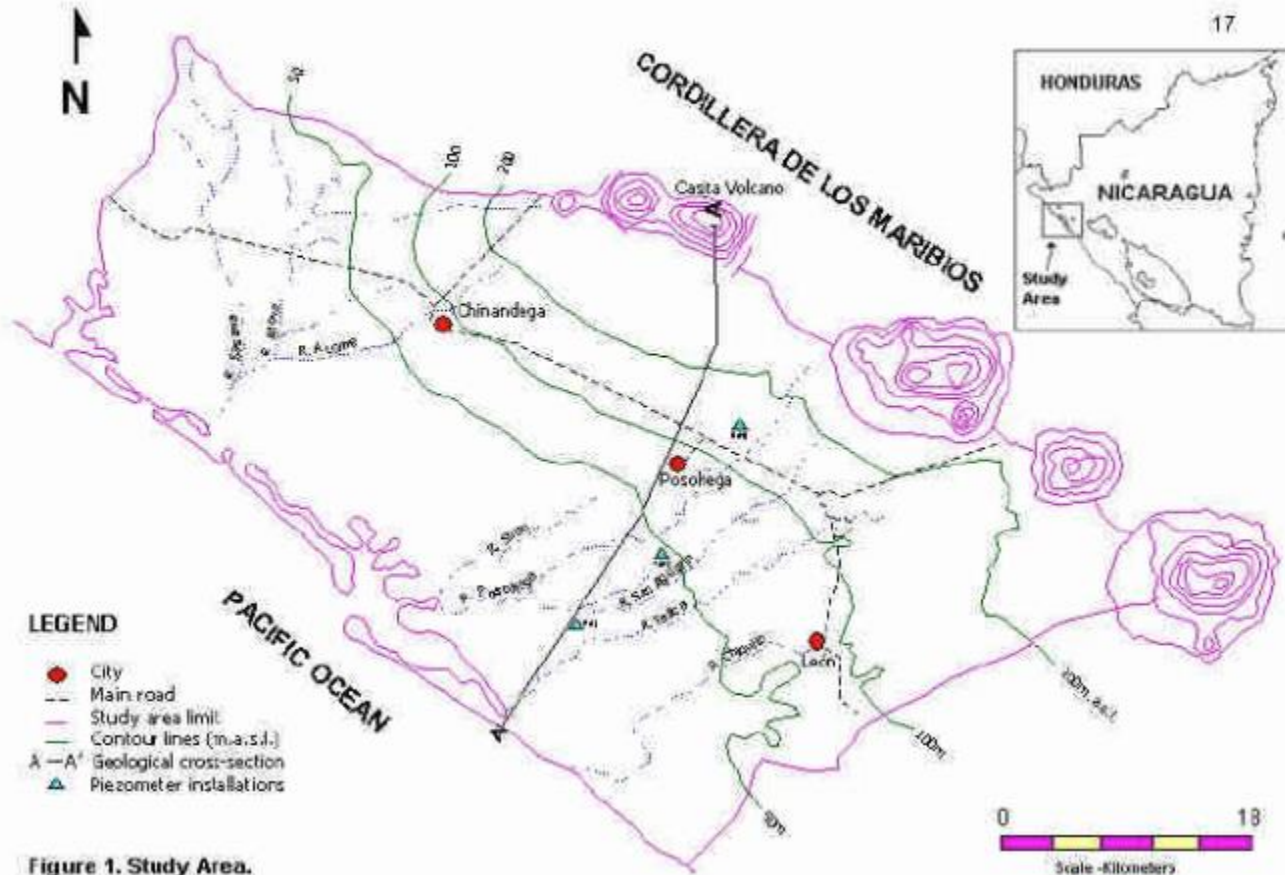
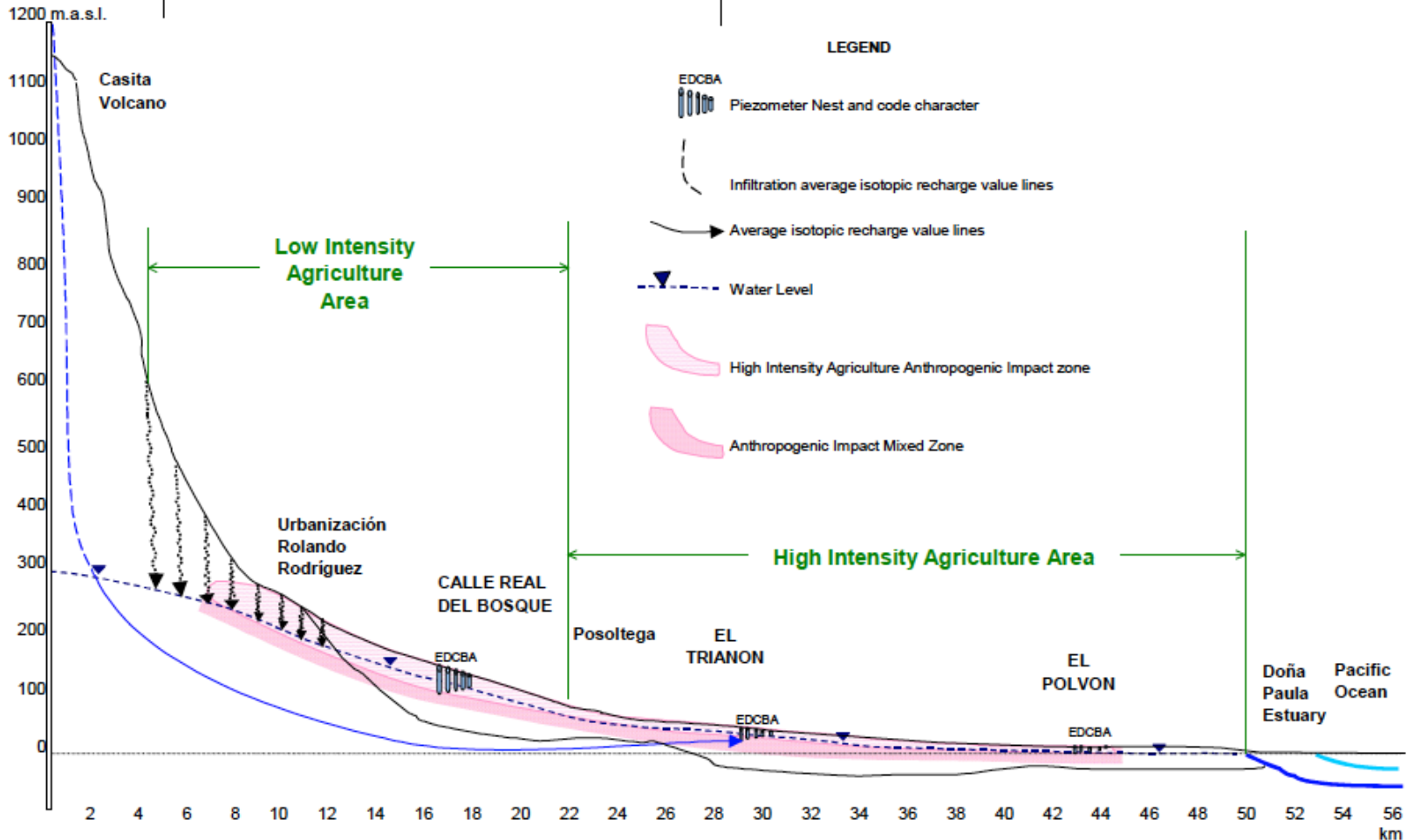


Figure 1. Study Area.



UNIVERSITY OF CALGARY

Profundidad de Contaminacion de AS



Anthropogenic Impact Mixed Zone

High Intensity Agriculture Area

AL
QUE

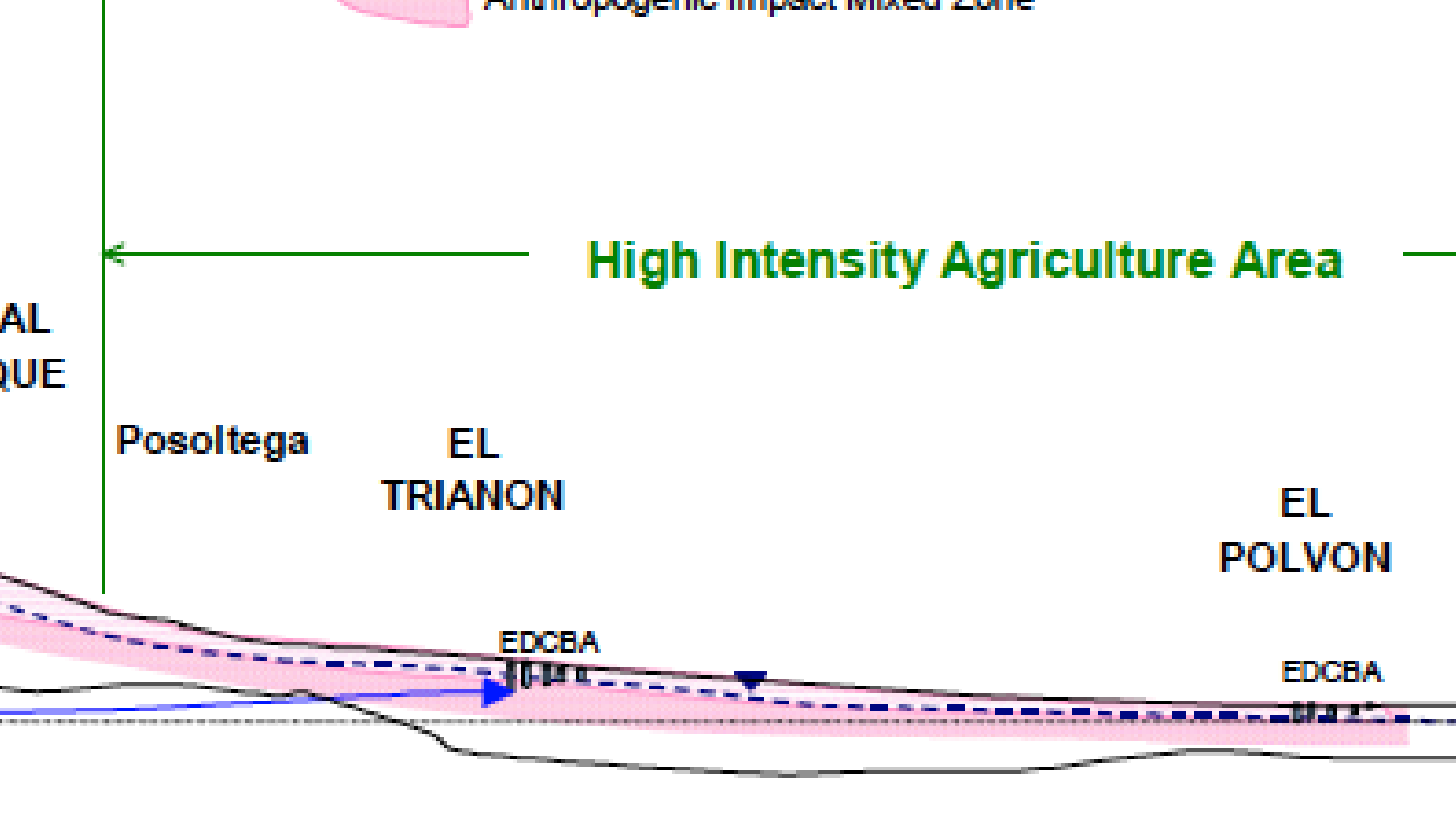
Posoltega

EL
TRIANON

EL
POLVON

EDCBA

EDCBA



Leon-Chinandega Contaminantes

Study	N	Number of Wells with Pesticides Detections	% above EPA Pesticides drinking water standard	n	Average NO ₃ -N Concentration (mg/L) in Wells	Number of Wells with NO ₃ -N (mg/L)**	Number of Wells with NO ₃ -N (mg/L)***
Alvarez, 1994	63	37 [58.7]	100	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Briemberg, 1995	60 ¹	27 ¹ [45] ¹	33.3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
INETER/OIEA, 1997	23	23 [100]	100	37	8.4 (11.0)	9 [24.3]	31 [83.8]
CIRA/IAEA, 1999	70	41 [58.6]	51.4	36	7.5 (9.6)	10 [27.8]	27 [75.0]
CIRA, 1999	17	13 [76.5]	70.6	17	8.1 (3.4)	7 [41.2]	17 [100]
Centro Humboldt, 2002	9	7 [77.8]	77.8	27	7.0 (3.2)	6 [22.2]	26 [96.3]
Dahlberg and Odebjer, 2002	23	14 [60.9]	60.9	23	5.5 (4.1)	2 [8.7]	18 [78.3]
United States							
California (Mackay and Smith, 1990)	>11,000	18	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
National Pesticide Survey (EPA, 1990)	1300	4.2 ² /10.4 ³	0.6	n/a	n/a	n/a	n/a

Leon-Chinendega Nitrato (mg N/L)

	Dug Wells		Drilled Wells	
	2002-2003	1974	2002-2003	1974
Average	4.9	6.3	2.4	2.7
Minimum	2.9	0.9	0.5	<0.1
Maximum	8.2	21.7	6.2	9.9
Std. Dev.	2.2	n.a.	1.7	n.a.
n	7	n.a.	28	n.a.

Leon-Chinendega Plagacidias

Organochlorine Pesticides (ng/g)^{*,**}

Code	Dieldrin	Endrin	Heptachlor	H-epox	pp-DDT	pp-DDE	pp-DDD	Toxaphene (mg/kg)
B(H)-Sup	0.96	nd	Nd	nd	51.48	11.52	nd	0.77
B(H)-A	21.05	63.58	Nd	nd	255.97	127.75	79.28	4.55
B(H)-B	0.43	nd	Nd	nd	5.38	15.45	2.86	0.08
B(H)-C	nd	nd	Nd	nd	nd	0.12	nd	nd
T(M)-Sup	0.97	nd	0.08	2.24	7.16	9.36	2.44	nd
T(M)-A1	0.75	nd	0.38	1.84	4.49	8.83	1.67	nd
T(M)-A2	0.57	nd	nd	nd	2.57	5.94	nd	nd
T(M)-B	1.02	nd	nd	nd	1.22	7.58	nd	nd
P(L)-Sup	nd	nd	nd	nd	0.49	1.23	nd	nd
P(L)-A	nd	nd	nd	nd	0.29	1.33	nd	nd
P(L)-B	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
P(L)-C	nd	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd







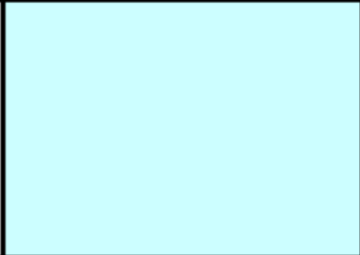
UNIVERSITY OF
CALGARY

Muchas Gracias!

Datos Necesarios en Estudios Hidrogeologicos en Areas Costales:

- Geologia/Hidrogeologia
- Clima (pptn, PET, recarga)
- Niveles de agua, superfici freatica
- Calidad de agua subterranea (salinidad, contaminantes)
- Fuentes de contaminacion
- Agua superficial (flujo de base, potencial para recarga artificial)
- Bombeo (pasado y presente)
- Demanda para agua (presente y futuro)
- Ecologia (relacion con AS)
- Aumenta en nivel del mar

LEYENDA hidrogeológica establecida para el mapa de vulnerabilidad de acuíferos

Nº	Características de los Materiales	Color	Categoría GOD
1	Formaciones geológicas donde los acuíferos son muy vulnerables. Zonas donde es necesario extremar las medidas preventivas. Materiales donde la contaminación puede propagarse velozmente y a grandes distancias.		Extrema
2	Formaciones geológicas con acuíferos vulnerables, Terrenos donde la circulación subterránea es rápida.		Alta
3	Formaciones geológicas donde los acuíferos se encuentran parcialmente protegidos de la entrada o de la propagación de agentes contaminantes, por ciertas características específicas de las rocas.		Moderada
4	Formaciones geológicas donde la contaminación puede revestir características variables, por ser poco extenso y de tipo muy diverso.		Baja
5	Formaciones geológicas impermeables, en acuitardos o acuícludos, donde la contaminación es nula, no se excluye la existencia de pequeños acuíferos libres, muy vulnerables, situados en áreas donde existen fallas geológicas con propiedades de conducir aguas subterráneas.		Despreciable

