

Perugia, 31 Julio 2015

Objeto: proceso SERMAP® para la deamonificación y defosfatación de las aguas residuales zootécnicas.

Consideramos oportuno invarles una breve relación con respecto al proceso, que nosotros hemos desarrollado en más de siete años de trabajo, para el abatimiento del nitrógeno y del fósforo de las aguas residuales zootécnicas sea tal cual que después de la digestión anaeróbica.

EL PROBLEMA

El ajuste de las ganaderias a la directiva "nitratos" se ha convertido en los ultimos tiempos en el problema principal de la zootecnia europea. La solución no es fácil, por qué no es concedible un reequilibrio de la relación entre el nitrógeno producido y la superficie agrícola utilizable y disponible sólo con el uso agronómico de las purinas. Si se toma en consideración la dramática situación existente en las areas a mayor vocación zootécnica, la carga zootécnica por hectárea resulta, en la mayor parte de los casos claramente excedente. Parece evidente como, en tal contexto, no sea posible recurrir a la distribución de las purinas , sino que se deberia de tomar en consideración la adopción de técnicas da abatimiento del nitrógeno sin poner en marcha dolorosas alternativas de reducción del cargo zootécnico.

Las aguas residuales zootécnicas y la gestión de las instalaciones destinadas a su tratamiento han siempre representado un problema ambiental de gran criticidad. En los distritos zootécnicos a vocación de la cria de cerdos (Ej. en nuestra Umbria en las circunscripciones de Bettona, Bastia Umbra y Marsciano en Provincia de Perugia, con más de 150.000 cabezas criadas) el problema fue afrontado, hace más de 20 años y primeros en Europa, a través de la

realización de dos grandes instalaciones de digestión anaeróbica consorciales que si de un lado permiten obtener un consistente abatimiento del cargo orgánico con provecho de la producción de biogás, hoy no resuelven , al contrario complican el problema de la eliminación del nitrógeno tanto de hacer difícil y costoso el alcance de los estandares de calidad actualmente en vigor para la entrega final de aguas residuales en aguas superficiales y para la practica del fertiriego.

NUESTRA PROPUESTA: EL PROCESO SERMAP®

Las soluciones al problema de la remoción del nitrógeno amoniacal hoy técnicamente disponibles (resinas a intercambio iónico, stripping alcalino, tratamientos aeróbicos nitro-denitro) pueden ser aplicados, con problemas de costo y de impacto ambiental, solo en aguas residuales de baja carga nitrogenada. El stripping alcalino, ya por nosotros empleados, proyectando y realizando, con la contribución del ENEA, una muy bella instalación para la eliminación del amonio de las aguas residuales anaeróbicas de cria de cerdos (con un alcance de aproximadamente 600 m³/die) dió optimos resultados de abatimiento (en promedio con más del 90%) pero con graves inconvenientes técnicos y económicos como: consumos eléctricos elevados, enormes producciones de lodos alcalinos debido a las grandes cantidades de cal necesarias para alcanzar el valor de pH 10,5-11 (mínimo útil para realizar buenos rendimientos de stripping) con consecuentes costos y problemas de eliminación, descenso de los rendimientos y detención de la planta por el hielo, en los periodos invernales, a pesar de abundante aislamiento, no ultimo, el grave de las espumas que reuquiere el empleo de costosos productos antiespuma, dado que es prohibido el uso del gasóleo. Un próceso más económico y bastante difuso, derivado de los tratamientos de las aguas residuales civiles, podria ser el clásico tratamiento biológico nitro-denitro (N/D) en sus varias configuraciones y tipos (SBR, D/N/D, etc...). Desafortunadamente para cargas nitrogenadas con más de 500-600 mg/l, especialmente en los periodos invernales, resulta más bien dificultoso por la desminución de las velocidades de nitrificación a causa de la inhibición de la actividad deshidrogenasica en presencia de altas concentraciones de nitrógeno. Además, en la fase anóxica, son necesarias importantes dosis de carbono orgánico prontamente asimilable (generalmente metanol o productos ricos de carbohidratos simples), aumentando en tal modo senciblemente el costo del próceso y a menudo no resolviendo plenamente el abatimiento del COD dentro los límites previstos para el descargo en aguas superficiales. La ineficacia y las dificultades técnicas de conducción de los procesos biológicos N/D, a causa de los niveles de nitrógeno amoniacal en

ingreso muy elevados (más de 1.500- 2.000 mg/l), hace indispensable el recurso a la integración optimizada de diferentes tecnologías de tratamiento.

La larga experiencia maturada concretamente sobre los procesos de post-tratamiento de aguas residuales con elevados contenidos de amonio, nos ha conducido a la puesta en marcha del proceso SERMAP[®] que permite abatir el nitrógeno amoniacal sea de purines de cerdos y/o de bovinas que de los efluentes anaeróbicos de sus tratamientos. El proceso permite producir, al mismo tiempo, un precioso fertilizante ternario constituido de estruvita, o sea fosfato amonio magnesiaco hexahidrato (MAP), con contenido también de microelementos y sustancia orgánica, reduciendo la concentración del amonio en las aguas residuales líquidas hasta a valores que permiten técnicamente el inmediato logro de los límites normativos o, si necesario, la adopción de tratamientos biológicos N/D muy recientes, eficaces y energéticamente convenientes, como el proceso OLAND (Oxygen Limited Nitrification Denitrification), evitando los problemas arriba citados de inhibición de la flora microbica nitrificante y reduciendo sensiblemente los costos de los productos alcalinizantes necesarios para mantener los valores justos de pH de la misma fase aeróbica nitrificante.

Este fertilizante que se obtiene actualmente del proceso es configurado de la normativa como lodo de depuración, o sea residuo con su código CER y su valorización como fertilizante ternario orgánico-mineral, o sea su inmersión en el mercado, es estandarizada del Reg. UE 2003/2003 y del Decreto Legislativo 217/06 en Italia. En Julio del 2009 fue presentado en el ámbito del Plano de Desarrollo Rural de la Región Umbria 2007-2013 el proyecto **“ESPERIMENTACIÓN AGRONÓMICA DE LA ESTRUVITA ÓRGANICA OBTENIDA DEL PROCESO DE DEAMONIFICACIÓN SERMAP[®] ORIENTADA AL RECONOCIMIENTO DEL COMO FERTILIZANTE Y A LA INSERCIÓN EN EL REGISTRO DE LOS FERTILIZANTES UE”** que permite el reconocimiento de la estruvita orgánica como fertilizante orgánico-mineral. Actualmente tal categoría de fertilizantes presenta un precio en el mercado alrededor de 400 €/t. En la estimación del costo neto de tratamiento se tomó en consideración un precio de venta prudencial de 200 €/t.

COSTO TRATAMIENTO con precios de mercado de los reactivos			
N-NH4 in.(mg/l)	N-NH4 fin. (mg/l)	% abatimiento	costo (€/mc)
1500	100	93%	9,24
1500	200	87%	8,67
1500	300	80%	8,10
1500	400	73%	7,54
1500	500	67%	6,97
1500	600	60%	6,40
1500	700	53%	5,84
1500	800	47%	5,27
1500	900	40%	4,70
1500	1000	33%	4,13

HIPOTESI DE VENTA DE LA ESTRUVITA (200€/t)	
% abatimiento	Ingresos estruvita (€/mc refluyente tratado)
93%	6,10
87%	5,67
80%	5,23
73%	4,79
67%	4,36
60%	3,92
53%	3,49
47%	3,05
40%	2,62
33%	2,18

El proceso SERMAP[®] se basa en la precipitación del ión amonio presente en la aguas residuales sobre específicas condiciones químicas y químico-físicas, utilizando también al mismo tiempo el fosfato presente en los purines y que por lo tanto es también eliminado.

El proceso es graduable en relación al abatimiento de los nutrientes que se desea alcanzar basado sobre diversos factores los cuales son: concentración inicial de nitrógeno presente en las aguas residuales, volumen de aguas residuales diarias a tratar, cantidad de fertilizante que se desea obtener, disponibilidad de terreno para el fertiriego, disponibilidad y costos de los reactivos.

El producto que se obtiene presenta características de notable interés:

- producto químico estable, sin peligro de volatilización del nitrógeno y por lo tanto ninguna emisión de malos olores;

- baja solubilización de sus constituyentes aniónicos y catiónicos (**fertilizante a baja cesión**);
- Presenza de seis moléculas de agua de cristalización que no representa un componente antieconómico del producto, sino que contribuye a la microsolubilización de los nutrientes inducida por las enzimas emitidas por los aparatos radicales y al mantenimiento de una adecuada disponibilidad hídrica. Este aspecto confiere al MAP la propiedad, ya de mucho años reconocida, de ser utilizado según **biodisponibilidad y biorequerimiento**.

La filosofía que subtiende al proceso SERMAP[®] y que la distingue de otras posibles, es direccionada a los siguientes objetivos:

1. evitar la pérdida de nitrógeno y de otros elementos como fósforo, magnesio, calcio, potasio y oligoelementos minerales, todos considerados preciosos de un punto de vista agronómico;
2. cumplir con la Directiva Europea en vía de acogimiento por los países miembros sobre la eliminación y contención de las emisiones de compuestos azotados en atmósfera (particularmente de amoníaco y óxidos de nitrógeno) como causa primaria de la lluvia ácida;
3. contribuir considerablemente a la contención de malos olores reduciendo la difusión de amoníaco, de sulfuro de hidrógeno y ácidos volátiles, en cuanto el proceso produce la salificación del amoníaco y de los ácidos volátiles;
4. superar la limitación de superficie de terreno disponible y necesario para efectuar el vertido según los límites impuestos por las normativas locales; eso es posible bajando el cargo de nitrógeno (pero también el del fosfato) en los purines como también en las aguas residuales después de la separación de la fracción sólida;
5. ahorrar cantidades elevadas de energía de destinar a la reducción del cargo de nitrógeno;
6. ahorrar sobre la adecuación estructural de las instalaciones. Es posible realizar las instalaciones SERMAP[®] utilizando infraestructuras (decantadores, tanques, bombas, centrifugadoras, correas, etc...) ya presentes en las explotaciones

agrícolas sin necesidad de gastar un sólo euro para la adecuación estructural o encima para la realización de nuevas estructuras;

7. hacer viable y estable, al final del tratamiento, la nitrificación, permitiendo realizar el proceso de nitrificación sin empleo de metanol o de otro carbono orgánico, en cuanto el proceso MAP elimina el nitrógeno pero preserva buena parte de la carga carbonosa, poniéndola a disposición para la sucesiva fase de denitrificación;
8. particularmente útiles como pre-tratamiento de purines de destinar a la digestión anaeróbica, eliminando ventajosamente el riesgo de inhibición del proceso de biometanización atribuible a los altos valores de amonio, sin incidir negativamente sobre el valor del COD y por lo tanto sobre el rendimiento del biogás;
9. cumplir con el escenario actual económico-ambiental del “upgrading thinking”, es decir de desarrollar tecnologías en grado de valorizar los desechos y/o residuos y cerrar en modo termodinámicamente correcto los ciclos productivos, en particular los agrónomos, relacionados con la actividad zotécnica (“sol-piensos-carne-tierra);
10. hacer el entero proceso de tratamiento de las aguas residuales de la cría de cerdos y de bovinos mayormente eco-sostenible, permitiendo la realización de una útil fase inicial de concentración de los contaminantes y contemporáneamente ofrecer la posibilidad de exportar convenientemente el material, “molecularmente compactado” y “ennoblecido”, afuera de la zona de existencia de la instalación que lo produce, y evitar por lo tanto el riesgo de graves acumulaciones a largo plazo en el mismo territorio;
11. introducir y difundir en el mercado de fertilizantes el empleo de un producto preciado y a baja cesión, eliminando el riesgo de contaminación de las capas y la conservación de los nutrientes residuales en el tiempo, según la demanda y el agotamiento de parte de los aparatos radicales (*biodisponibilidad*). Actualmente la estruvita orgánica no está inscrita en el registro de los fertilizantes EU en la categoría de los fertilizantes órgano-minerales y por lo tanto puede ser conferida a los centros de compostaje como lodo de depuración o reutilizarla adentro del proceso de compostaje si ya está presente en la granja;

12. permitir, bajando el contenido de N-amoniaco en las aguas residuales tratadas, la práctica del fertiriego también en las situaciones en la cuales la disponibilidad de terreno utilizable sea insuficiente para alcanzar el cuantitativo de Nitrogeno por hectarea previsto por la ley nacional.

En muchos países, sobre todo Cánada, Australia, Japón, Reino Unido, China, Brasil, y en menor medida Alemania y Holanda, ya existe un mercado de la estruvita de síntesis, obtenida de reactivos puros, prevalentemente dedicados a cultivos excelentes, biológicas, especialmente en el sector vivero y de los fertilizantes considerados así llamados de **boutique**.

El costo de inversión, variable a según del flujo horario o diario, y los costos de gestión, variables a según de los porcentajes de abatimiento, estan contenidos. Por ejemplo para el tratamiento de un flujo diario de 50 m³ el costo de una instalación completa esta entorno a los 100 mil euros. Nos interesa informarles que esta en avanzada fase experimental y de proyecto el proceso, denominado **SERMAPREC**[®] (SEReco MAP RECover), che permite reducir los costos de abatimiento del nitrógeno realizado con el proceso **SERMAP**[®]. Este nuevo proceso se basa en la decomposición de la misma estruvita para obtener de nuevo fosfato y magnesio para reutilizarlos en ciclos sucesivos para la producción de nueva estruvita. En la actual puesta a punto del proceso, el “reciclo” puede ser efectuado cuatro-cinco veces ventajosamente alcanzando una ahorro mínimo neto en los costos energéticos y de los reactivos con más del 50%.

Enseguida le mostramos varias fotos donde aparece una de las instalaciones reales **SERMAP**[®] e imagenes de varios tipos de estruvita orgánica producida.

Dott. Roberto Poletti

AGRÓNOMO

Project Manager Biogasification Plants

ANEXOS



Fig. 1–Visión de conjunto instalación SERMAP® (Bettona, Perugia, 300 m³/die)



Fig. 2: Piloto proceso SERMAP[®] con reactor up flow SERBIOCONE (Q= 50-80 l/h)



fig.3: MAP slurry (mixed liquor)



fig. 5: MAP ENT (Essiccato Naturale Tecnico)